



Behovsgrad av förröjning i förstagallring av konfliktbestånd, avverkad med flerträdshantering

*Required level of pre-commercial thinning in conflict stands,
thinned with multi-stemming aggregate*



Mikael Pålsson

Handledare: Ragnar Jonsson

Sveriges lantbruksuniversitet

Examensarbete nr 206

Institutionen för sydsvensk skogsvetenskap

Alnarp 2013



Behovsgrad av förröjning i förstagallring av konfliktbestånd, avverkad med flerträdshantering

*Required level of pre-commercial thinning in conflict stands,
thinned with multi-stemming aggregate*



Mikael Pålsson

Handledare: Ragnar Jonsson

Examinator: Ola Sallnäs

Sveriges lantbruksuniversitet

Examensarbete nr 206

Institutionen för sydsvensk skogsvetenskap

Alnarp 2013

Examensarbete i skogshushållning ingående i Jägmästarprogrammet,
SLU Kurskod EX0709, A1E, 30hp

Förord

Examensarbetet har utförts vid Institutionen för Sydsvensk Skogsvetenskap, SLU Alnarp. Idén till examensarbetet initierades av VIDA AB och bakgrunden till arbetet är att öka kunskapen kring hanteringen av förstagallringskog i bestånd där skötseln är eftersatt.

Arbetet omfattar 20 veckors heltidsstudier och ligger till grund för en skoglig magisterexamen och en jägmästarexamen i huvudämnet skogshushållning. Nio veckor åläggs fältstudier i ett förstagallringsbestånd på Erikstad 5:11, Vittaryds socken i Kronobergs län och elva veckor omfattas av litteraturstudier samt analys och presentation av insamlad data.

Studiens avsikt är att visa vilken grad av förröjning som är lämplig ur ekonomisk synvinkel vid förstagallring i eftersatta bestånd. Studien visar hur stor volym som lämpar sig till energi- respektive massaved i bestånd behandlade med varierad intensitet av förröjning.

Mikael Pålsson

Alnarp, januari 2013

Tackord

Ett stort tack riktas till följande personer som har bidragit med stoff, information och kunskap som kontribuerat till resultatet i studien:

Erikstad

- Jan Svensson, Upplåtelse av mark för studiens ändamål.

VIDA AB

- Bo Gustavsson, Inköpare, Ljungby. Initiativtagare till studien och tillika kontaktperson. Har tillhandahållit material till studien.
- Tony Axelsson, Certifieringsansvarig. Kontaktperson på VIDA AB. Har tillhandahållit material till studien.

SVEASKOG

- David Ventorp, Skogsskötselledare. Har tillhandahållit material till studien.
- Benny Kjellsson, Avverkningsledare & RO-chef Osby. Har tillhandahållit material till studien.

Sveriges Lantbruksuniversitet, SLU

- Erik Agestam, Forskare, Institutionen för sydsvensk skogsvetenskap.
- Ragnar Jonsson, Postdoktor, Institutionen för sydsvensk skogsvetenskap.
- Ola Sallnäs, Professor, Institutionen för sydsvensk skogsvetenskap.

Röjare

- Jan Åkesson, Entreprenör. Har utfört arbete genom studiens förfarande.
- Thomas Magnisson, Entreprenör. Har utfört arbete genom studiens förfarande.

Skördarförare

- Björn Svensson, Entreprenör. Har utfört arbete genom studiens förfarande.

Sammanfattning

Andelen konfliktbestånd i Sverige ökar, både i volym och areal. Konfliktbestånd avser bestånd där ungskogsröjningen helt eller delvis uteblivit eller gjorts för svag, varvid det är svårt att avgöra nästa lämpliga skötselåtgärd. Eftersom konfliktbestånd ofta hyser ett stort innehåll av biomassa är de intressanta för skörd av skogsbränsle.

Studien har fokuserat på gallring av konfliktbestånd där gallringen har utförts av en skördare utrustad med ett ackumulerande aggregat. Gallringen har varit integrerad och uttag har gjorts av i första hand massa- och energived. Gallringen har utförts med kombinerad grad av förröjning. Parceller har varit oröjda, siktröjda eller hårt röjda.

Tabell 1.

Gallringsuttaget i volym och stamantal, angivet i %. Andel massa- och energived i uttaget är angivet i % och nettointäkten per gallrad m³fub i SEK. Utfallet för oröjda, siktröjda och hårt röjda parceller är redovisat separat.

| | gallringsuttag volym (%) | gallringsuttag stamantal (%) | energived (%) | massaved (%) | Nettointäkten/ m ³ fub |
|------------------------|-----------------------------|------------------------------------|------------------|-----------------|--------------------------------------|
| oröjd | 42,6 | 36,9 | 56,1 | 39,0 | 72,1 |
| siktröjd, <= 5 cm DBH | 47,6 | 42,2 | 60,4 | 30,1 | 72,1 |
| Hårt röjd, <= 8 cm DBH | 36,4 | 22,7 | 52,9 | 38,2 | 48,7 |

Att utesluta förröjning visar sig vara lika ekonomiskt som att utföra en siktröjning innan gallring (tabell 1). Då förröjning utesluts genererar det en skördarkostnad på 183,5 SEK/m³fub och ett sortimentsmedelvärde på 243,3 SEK/m³fub. Sammanräknat resulterar det i en nettointäkt på 72,1 SEK/m³fub.

Vid siktröjning uppgår röjningskostnaden till 15,7 SEK/ gallrad m³fub och skördarkostnaden uppgår till 151,4 SEK/ m³fub. Sortimentsvärdet uppgår till 239,2 SEK/m³fub. Nettointäkten/ m³fub blir således 72,1 SEK/m³fub.

Vid hård förröjning uppgår röjningskostnaden till 29,1 SEK/ gallrad m³fub och skördarkostnaden uppgår till 119,6 SEK/ m³fub. Sortimentsvärdet uppgår till 197,4 SEK/m³fub. Nettointäkten/ m³fub blir således 48,7 SEK/m³fub.

I samtliga fall har en höggallring utförts.

Nyckelord: Röjning, Integrerad gallring, flerträdshantering, ekonomi, parcell.

Abstract

The share of conflict stands is increasing in Sweden, both in volume and area. Conflict stands intends stands where the pre-commercial thinning has been completely or partially absent, or made too weak at young age, wherefore it's difficult to determine the next appropriate management action. As the conflict stands often harboring a large content of biomass are they mostly interesting as a source for green energy withdrawal.

This study has focused on thinning of conflict stands where the thinning has been performed by a harvester equipped with an accumulating aggregate. The thinning has been integrated and withdrawals have been made of primarily pulp- and energy wood. The thinning was carried out in combined degrees of pre-commercial thinning. Plots have been uncleared, slightly cleared or heavily cleared.

Table 2.

The thinning withdrawal in volume and number of stems, given in %. The share of energy- and pulpwood is given in % and the net revenue per thinned m³sub in SEK. The outcomes for the uncleared, slightly and heavily cleared areas are reported separately.

| | Withdrawal volume (%) | Withdrawal stems (%) | Energywood (%) | Pulpwood (%) | Net revenue (SEK)/ m ³ sub |
|------------------|-----------------------|----------------------|----------------|--------------|---------------------------------------|
| Uncleared | 42,6 | 36,9 | 56,1 | 39,0 | 72,1 |
| Slightly Cleared | 47,6 | 42,2 | 60,4 | 30,1 | 72,1 |
| heavily cleared | 36,4 | 22,7 | 52,9 | 38,2 | 48,7 |

The option which excludes pre-commercial thinning was found to be equally economical suitable to carry out as a slightly clearing before thinning (Table 2). When the pre-commercial thinning is excluded, the harvest generates a fee of 183.5 SEK/m³sub and an assortment average of 243.3 SEK/m³sub, which result in net revenue of 72.1 SEK/m³sub.

When slightly cleared, the clearing cost amounts 15.7 SEK/m³sub and the harvest costs amounts to 151.4 SEK/m³sub. The assortment value amounts 239.2 SEK/m³sub. The net revenue is thereby 72.1 SEK/m³sub.

When heavily cleared, the clearing cost amounts 29,1 SEK/m³sub and the harvest costs amounts to 119,6 SEK/m³sub. The assortment value amounts 197,4 SEK/m³sub. The net revenue is thereby 48,7 SEK/m³sub.

In all cases has a high thinning been performed.

Innehållsförteckning

| | |
|--|-----|
| Tackord | II |
| Sammanfattning | III |
| Abstract | IV |
| Innehållsförteckning | V |
| 1 Inledning | 1 |
| 1.1 Bakgrund | 1 |
| 1.1.1 Stormarna Gudrun och per | 1 |
| 1.1.2 Røjning | 2 |
| 1.1.3 Konfliktbestånd | 2 |
| 1.1.4 Förrøjning | 3 |
| 1.1.5 Gallring | 4 |
| 1.1.6 Flertrådshantering | 5 |
| 1.1.7 Integrerad gallring | 6 |
| 1.1.8 Ekonomi | 6 |
| 1.2 Syfte och frågeställningar | 7 |
| 2 Material och metod | 8 |
| 2.1 Material | 8 |
| 2.1.1 Försöksområde | 8 |
| 2.1.2 Arbetskostnad | 11 |
| 2.2 Metod | 11 |
| 2.2.1 Mätning, registrering och volymberäkning | 11 |
| 2.2.2 Tidsstudie | 12 |
| 3 Resultat | 16 |
| 4 Diskussion | 30 |
| 5 Referenslista | 36 |
| 5.1 Internetkällor | 36 |
| 5.2 Tidsskrifter & rapporter | 37 |
| 5.3 Muntliga källor & Intervjuer | 38 |

1.1 Bakgrund

Jag studerar Sydsvensk skogsvetenskap vid skogshögskolan i Alnarp och har fått möjligheten att skriva mitt examensarbete i samarbete med VIDA AB. VIDA AB är vid studiens implementering Sveriges största privatägda sågverkskoncern med ca 1100 anställda på 17 produktionsanläggningar. Produktionen är i huvudsak inriktad på konstruktionsvirke för en rad olika marknader. Industrierna är strategiskt belägna i Småland och Västra Götaland och VIDA köper huvuddelen av råvaran från privata skogsägare via det egna inköpsbolaget, VIDA Skog. Totalt anskaffas årligen ca 2,2 miljoner fastkubikmeter under bark ($m^3\text{fub}$). Koncernen har de senaste åren kraftigt specialiserat de olika enheterna för att minska kostnaderna i en allt mer konkurrensutsatt global marknad (vida.se 2012-10-11 10:10).

Examensarbetet är en del i studierna till min magisterexamen vid jägmästarutbildningen. Jag ville skriva examensarbetet i relation till ett företag och VIDA AB erbjöd mig denna uppgift som förslag, initiativtagare bakom idén är Bo Gustavsson och Tony Axelsson.

1.1.1 Stormarna Gudrun och Per

Sverige drabbades av stormen Gudrun den 8 januari 2005, en storm som drog in vid den svenska västkusten. Vindbyar på 25-33 meter per sekund (m/s) förekom i stora delar av Götaland och även i sydöstra Svealand och som mest uppmättes vindbyar på 42 m/s.

Det var främst Småland, Halland, norra Skåne, Blekinge samt södra Västergötland som drabbades av svåra och omfattande skogsskador (smhi.se 2012-10-19 10:50).

Skogsstyrelsen har uppskattat att omkring 75 miljoner $m^3\text{fub}$ skog fälldes av stormen Gudrun (Skogsstyrelsen 2006).

År 2007 drabbades Sverige återigen av en svår storm, stormen Per. Den drog in den 14 januari och drabbade stora delar av Götaland och östra Svealand. Per var i de flesta avseende inte lika kraftig som Gudrun, men drog fram över ett större geografisk område (energimyndigheten 2007). De kraftigaste vindbyarna uppmättes till 40 m/s (ndb.msb.se 2012-10-19 10:50). Totalt stormfälldes 16 miljoner $m^3\text{fub}$ skog i Per (energimyndigheten 2007).

Den totala hyggesarelen som uppstod i stormarnas spår uppskattades till 320 000 hektar (ha) i Götaland. Normal ligger den årliga hyggesarelen i Götaland på mellan 40-50 000 ha, varvid hyggesarelen 2004-2008 blev ca 80 procent (%) högre än normalt, en areal som motsvarar cirka (ca) 7 års slutavverkningar (Örlander et al. 2009).

1.1.2 Rövning

Definitionen av rövning är enligt Pettersson et al. (2012); "En beståndsvårdande utglesning av plant- och ungskog utan att gagnvirket tas tillvara". Rövning är således en beståndsvårdande utglesning med syfte att gynna de stammar som har bäst förutsättningar att bilda ett värdefullt och tåligt framtida bestånd. Virket tas inte tillvara vid rövning, utan lämnas kvar i skogen. Under senare år har dock energiråvara vid enstaka tillfällen skördats även vid rövningsingrepp.

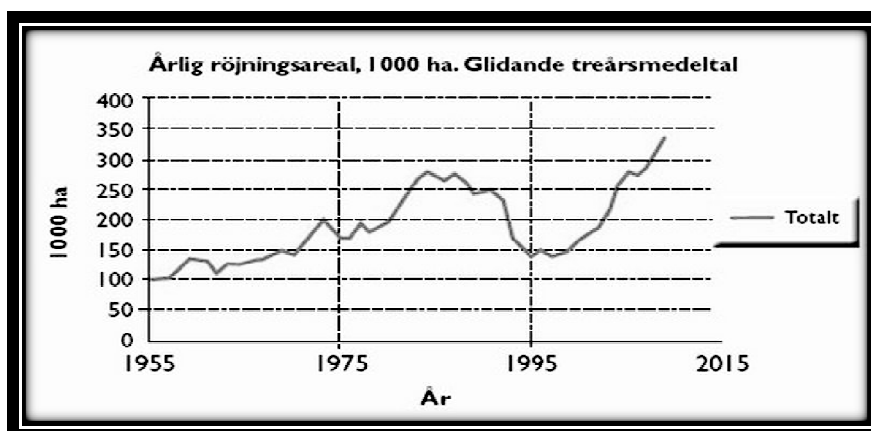
Rövning reglerar variabler som kvalitet, tillväxt, trädslagsblandning och skiktning. En tidig och hård rövning ger mer grovt virke med sämre kvalitet medan en sen och svag rövning kan ge positiv kvalitetsutveckling och klenare dimensioner (Hallsby 2008). Rövningstyrka, rövningstidpunkt och stamval påverkar diameter- och trädslagsfördelning (Pettersson et al. 2012).

I stormarnas spår växer större arealer skogsmark än normalt in i ungskogsfasen och rövningsbehovet i dessa ungskogar är stort. Det årliga rövningsbehovet i Sverige uppskattas till ca 265 000 – 285 000 ha per år (Duvemo et al. 2012). En stor del av arealen som växer in i ungskogsfasen befaras inte bli röjd till följd av att:

- Större arealer än normalt är i behov av rövning (Iwarsson Wide 2009a).
- 1994 års skogsvårdslag tog bort den lagstiftade rövningsplikten (Enander 2003).
- 1990-talets miljöpolicy medförde större tolerans för lövinblandning i barrungskogar (Eliasson & Hamilton 1999).
- Kostnaderna för ungskogsrövning har stigit kraftigt i relation till andra skogliga skötselåtgärder (Karlsson & Albrektsson 2000).

1.1.3 Konfliktbestånd

Rövningen i Sverige har ofta varit eftersatt. Under 1970-talet låg rövningen på ca 200 000 ha per år och vid rövningspliktens avskaffande 1994 sjönk rövningsandelen kraftigt. Från 2000-talets början har dock rövningen tagit bättre fart och de senaste åren har i snitt ca 250 000 ha röjts per år (figur 1) (Duvemo et al. 2012).



Figur 1.
Den årliga rövningsarealen i Sverige, från år 1955 till 2011.

Skogforsk, kunskap direkt

Skogsstyrelsen räknar med att ca 700 000 ha ungskog borde ha röjts för några eller flera år sedan, och det finns ytterligare ca 600 000 ha orörd skog som vuxit in i gallringsstadiet. Det har byggts upp ett röjningsberg av ungskogar (skogforsk.se 2012-10-22 13:25). Arealerna som växer upp i stormarnas spår förväntas också bli undermåligt röjda.

Den delvis uteblivna röjningen bidrar till en ökad mängd konfliktbestånd i Skogsbruket. Konfliktbestånd avser bestånd där ungskogsröjningen helt eller delvis uteblivit eller gjorts för svag, varvid det är svårt att avgöra nästa lämpliga skötselåtgärd (Pettersson et al. 2012). Dessa konfliktbestånd har i regel en heterogen struktur där diameter, höjd och trädslagsfördelning kan variera avsevärt. Bestånden är i regel över 6 meter i medelhöjd och håller minst 4000 - 5000 stammar per ha (Olsson 2004).

Konfliktbestånd är inget som bör eftersträvas att frambringa, men kan tack vare ett stort innehåll av biomassa vara intressanta för skörd av skogsbränsle (Duvemo et al. 2012). Skall skogsenergi skördas i ungskogar bör åtgärden sättas in i ett system där röjning, skogsbränslegallring och övriga gallringar hänger ihop och är anpassade till varandra (Pettersson et al. 2012).

I dagsläget finns det ca 1,5 miljon hektar eftersatt röjning i Sverige som bidrar till att konfliktbestånd skapas, och arealen ökar ständigt (Duvemo et al. 2012). Det bedöms att ca 470 000 ha av den arealen är lämpliga för uttag av biobränsle, och skulle kunna generera ett engångsuttag på 64 terawatt timmar (TWh) energi och därefter ett årligt uttag på 5-10 TWh (Iwarsson Wide 2009a). Ogallrade skogar med en höjd under 15 m och ett biomassinnehåll mer än 30 ton torrsubstans (TS) per ha utgör ca 18,4 % av den totala skogsmarksarealen i Sverige (Bergström et al. 2010).

1.1.4 Förröjning

Förröjning definieras enligt Dehlén (2010); *"innan gallring röja ned (ej ta till vara på) mindre träd, oftast undertryckta träd, stubb- eller rotskott och därigenom höja medelstammens volym i kvarvarande bestånd. Samt träd som visuellt eller fysiskt hindrar ett effektivt ingrepp med skördare."*

Utebliven eller undermålig ungskogsröjning resulterar oftast i att en förröjning måste genomföras innan ett första gallringsingrepp. Uppskattningsvis förröjs 50 % av alla förstagallringsskogar i södra Sverige (Fröberg 2005). Förröjning, även kallat underröjning, har för avsikt att ta bort de stammar från gallringsbeståndet som är alltför kostsamma att gallra med en skördare.

Samtliga stammar under 9 cm i brösthöjdsdiameter (DBH) bör röjas bort för att optimera den ekonomiska vinsten vid gallring. En sådan röjning kan förväntas gynna de kvarstående stammarnas volymutveckling och påverka det ekonomiska resultatet även i kommande gallring positivt (Frank 2006). Röjningskostnaden ökar med beståndets täthet och trädstorlek (Ligné 2004) och medeldiametern är förhållandevis låg i eftersatta bestånd varvid även avverkningskostnaden med engreppsaggregat ökar

(Pettersson et al. 2012). Johansson och Gullberg (2002) konstaterade att kostnaderna för avverkning av klena träd med konventionella metoder ofta överstiger intäkterna varvid det är mer ekonomiskt att röja ner de stammar som är under 9 cm DBH.

1.1.5 Gallring

Gallring är enligt Agestam (2009); "*Beståndsvårdande utglesning av skog under tillvaratagande av virke*". Gallring är ett av de mest kraftfulla verktyg för att påverka skogens utveckling och förbättra skogsbrukets ekonomi. Gallringen resulterar i att träden får större tillgång på vatten, ljus och näring vilket gör att de kan öka sin barrmassa eller lövandel samt sitt rotsystem med ökad volymproduktion för det enskilda trädet som följd (Ibid.).

Gallring utförs mestadels med skördare och skotare. Skördare är en skogsmaskin med arbetskran och tillhörande aggregat som används för att fälla, kvista och aptera träd. Skördare används i både gallring och vid slutavverkning. Vanligen används skördare tillsammans med skotare i en avverkningsgrupp. Skotaren svarar för utdrivningen av råvaran till bilväg, där den är tillgänglig för virkesbilar. Skotaren har en arbetskran för att lyfta upp lasten från markplan till lastutrymmet.

Skogsmaskinerna är specialbyggda för att utföra körning i svår terräng och är oftast allhjulsdreven med möjlighet till individuell låsning av ingående differentialväxlar i bak- och framaxel.

På bördigare marker utförs normalt flera gallringar, upp till fyra och på magra marker utförs ofta en eller två. En gallring kan beskrivas med gallringsstyrka, tidpunkt och gallringskvot. Gallringsstyrkan beskriver den del av beståndets grundyta eller volym som tas ut och bör ligga mellan 20-40 %. Små uttag medför generellt en sämre ekonomi i ingreppet medan stora uttag kan medföra tillväxtförluster. Gallringskvoten beräknas genom att medeldiametern på uttaget sätts i relation till medeldiametern efter gallring. Ett resulterande värde av gallringskvoten under ett innebär att en låggallring utförts och en kvot över ett innebär att det rör sig om en höggallring (Agestam 2009).

Gallring kan göras selektivt eller schematiskt. Schematisk gallring innebär att gallringen följer ett förutbestämt mönster, i korridorer eller rader. Selektiv gallring är den vanligaste metoden och innehar tre olika gallringsformer, låggallring, krongallring eller höggallring.

- Låggallring: Små och undertryckta träd gallras bort. Detta är den vanligaste gallringsformen i gran- och tallskog.
- Krongallring: Träd som ska vara kvar i beståndet väljs ut och de övriga träden som hämmar kronutvecklingen på de utvalda gallras bort. Träd från samtliga skikt gallras bort. Denna gallringsform används ofta i lövskogsbestånd.
- Höggallring: De högsta och grövsta träden gallras bort (Agestam 2009).

1.1.6 Flerträdshantering

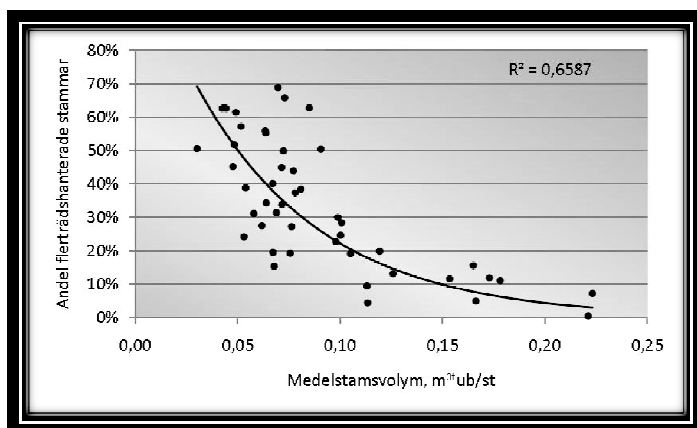
I dagsläget finns metoder och utrustning för att gallra konfliktbestånd och erhålla ett ekonomiskt netto även utan en hård förröjning, metoden kallas flerträdshantering. Flerträdshantering avser en skördare med ett aggregat som kan ackumulera flera stammar samtidigt och aptera stammarna i samma moment. Kapning kan ske med ett hydrauliskt klipp, en sågklinga eller ett sågsvärd (Iwarsson Wide & Belbo 2009). Varje teknik har sina för- och nackdelar (skogforsk.se 2012-10-22 16:00).

På skördaraggregatet är två fångstarmar monterade i ovankant, och de är särskilt anpassade för smidig och effektiv flerträdshantering. Flerträdshantering används för att öka effektiviteten genom att flera stammar upparbetas samtidigt. Den begränsande faktorn för hur många stammar som kan bearbetas i aggregatet samtidigt är stammarnas diameter (deere.se 2012-10-22 16:45).

Ett skördaraggregat med sågsvärdskap, utrustat med två kompakta griparmar har visat sig vara den effektivaste flerträdshanteringen, med en oerhört snabb upparbetning. Den kompakta lösningen har ingen inverkan på skördaraggregatets förmåga att hantera enskilda stammar (ponsse.com 2012-10-22 17:30).

När aggregatet ackumulerat ett antal stammar kvistas trädbunten i ett rörelsemoment. Flerträdshanterande aggregatet håller bunten upprätt tills föraren vill lägga ned den på ett lämpligt ställe och skador förhindras därigenom på kvarstående bestånd. (ponsse.com 2012-10-22 17:30).

Det är i första hand klena trädstammar som ackumuleras vid flerträdshantering och tillämpning av flerträdshantering är starkt knuten till beståndets medelstamvolym och struktur. En tidigare studie av Rönqvist (2011) visar förhållandet mellan stammens diameter och hur ofta stammen ackumuleras genom flerträdshantering (figur 2). 69 % av de klenaste stammarna ackumuleras. Graden av ackumulering sjunker med ökad trädstamsdiameter DBH.



Figur 2.

Anger i vilken procentgrad (%) en trädstam är ackumulerad med flerträdshantering relaterat till stamvolymen (m³ub).

Produktivitetsökningen är störst i bestånd med låg medelstam och höga volymuttag (Bergkvist 2007) men däremot verkar flerträdshantering till viss del hämmas av dålig sikt i täta bestånd (Bergkvist 2003).

1.1.7 Integrerad gallring

Utvinningsteknik är mycket avgörande för ekonomin vid gallring. Valet påverkas av tillgänglig teknik, priser på respektive sortiment, utfallande mängder av respektive sortiment och transportavstånd (Bergström et al. 2010).

Integrerad gallring innebär att ett uttag av både massa- och energived sker vid gallring och denna gallringsmetod lämpar sig väl med flerträdshantering. Massaved är benämningen på rundvirke som ska användas till pappersmassa och efterföljande papper och kartongprodukter. Massaveden delas upp i granmassaved, barrmassaved och olika lövmassor och minsta toppdiameter är vanligtvis 5 cm under bark (ub) (skogfors.se 2012-10-23 10:30). Energived är benämningen på rundvirke som ämnas användas som energikälla, exempelvis i värmeverk (metsavastaa.net 2012-10-23 11:00). Det förekommer viss risk för sortimentsvandring från massaveds- till energivedssortiment vid integrerad gallring med ackumulerande aggregat (Dehlén 2010).

1.1.8 Ekonomi

Avverkningskostnaden per kubikmeter ökar med minskad medelstamsvolym i uttaget. Ett antagande är att medelstamsvolymer kommer att ligga på 0,02-0,025 m³fub för många konfliktbestånd. Det kan jämföras med välröjda bestånd med ca 2000 stammar per hektar efter röjning, där medelstamsvolymer kan ligga på 0,050-0,055 m³fub. (Pettersson 2003). I klana gallringar med uttag av massaved kan 20-30 % av stamsvolymer inte användas till följd av för klana dimensioner och volymen grenar och toppar lämnas kvar i skogen vid traditionell gallring (Bergström et al. 2010).

En tidigare studie, skriven av Frank (2006), behandlar frågan om underröjning i förstagallring. I studien behandlas vikten av att underröja före förstagallring i bestånd med besvärande underväxt. Fyra olika behandlingar studerades:

1. Ingen underröjning
2. Röjning av samtliga stammar med DBH < 5 cm
3. Röjning av samtliga stammar med DBH < 7 cm
4. Röjning av samtliga stammar med DBH < 9 cm

Gallringen utfördes med en Valmet 901.1 med aggregat 945. Skördaren var inte anpassad för flerträdshantering.

Studien visar att skogsnettot blir 22 % högre om man röjer till 9 cm i förhållande till nettot om man inte röjer. Ska underröjning tillämpas bör det göras hårt. Att endast röja stammar under 5 cm är det sämsta alternativet enligt Frank (2006)s undersökning. Röjning bör åtminstone ske upp till 7 cm DBH. Vid verkligt ekonomiskt intresse bör

röjning göras upp till 9 cm DBH. Den totala gallrade volymen/ha är dock ungefär densamma för samtliga behandlingar (Frank 2006).

Gallring med flerträdshantering har studerats vid ett senare tillfälle av Dehlén (2010). Han studerade flerträdshantering i stamtät förstagallring av gran i södra Sverige. Studien behandlade ett gallringsbestånd med flerträdshantering där förröjning gjordes enligt följande direktiv:

- Lätt förröjning, röjning av samtliga stammar med DBH < 5 cm, uttag av granmassaved och delkvistad energived.
- Lätt förröjning, röjning av samtliga stammar med DBH < 5 cm, uttag av granmassaved.
- Hård förröjning, röjning av samtliga stammar med DBH < 8 cm, uttag av granmassaved och delkvistad energived.
- Hård förröjning, röjning av samtliga stammar med DBH < 8 cm, uttag av granmassaved.

Resultatet visar att förutom högt rotnetto kan en rad fördelar noteras med en lätt förröjning och uttag av både massa- och energived. Det ger lägre kostnader för förröjning och ett högt rotnetto per hektar (Dehlén 2010). Då skördare med ackumulerande aggregat används kan detta motiveras som en ekonomisk skogsvårdsåtgärd som ersätter normal röjning.

Ett kombinerat uttag av både massaved och energived, dvs. en integrerad gallring kan öka uttagsvolymen med 40-100 % /ha samtidigt som skördarens produktivitet har möjlighet att öka med 11-37 % i jämförelse med en engreppsskördare (Bergström 2011).

1.2 Syfte och frågeställningar

Studien är en första del i VIDA AB:s undersökningar kring att öka förståelsen av energived från skogen till industri och optimerad hantering. Den övergripande frågeställningen är huruvida det är det ekonomiskt försvarbart att låta förröjningen utebli i konfliktbestånd vid gallring med flerträdshantering. Studien behandlar frågor som hur stor röjningsintensiteten skall vara vid förröjning i förstagallring av konfliktbestånd där en integrerad gallring görs med ackumulerande aggregat, hur stor mängden gagnvirke blir i relation till mängden energived vid olika grad av förröjning samt hur stora volymer utvinns.

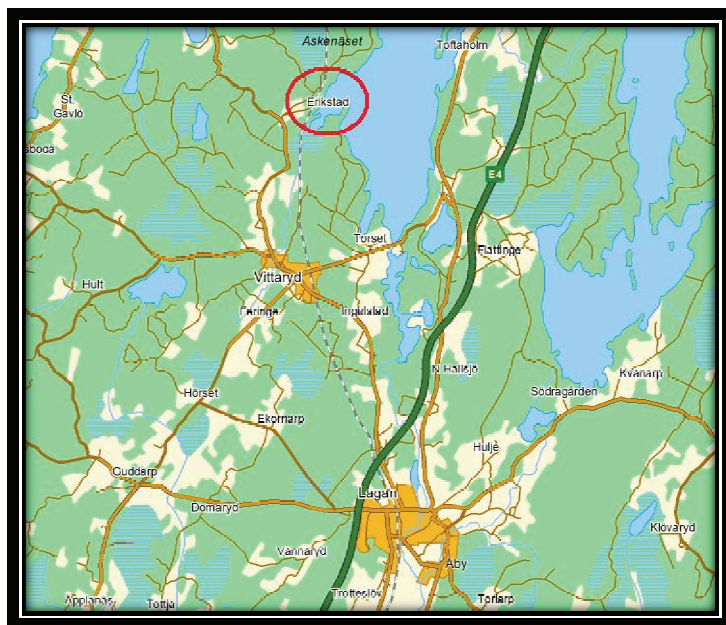
2

Material och metod

2.1 Material

2.1.1 Försöksområde

Resultatdelen baseras på fältstudier utförda i ett förstagallringsbestånd på fastigheten Erikstad 5:11, Vittaryds socken i Kronobergs län (figur 3).



Figur 3.

Erikstads lokalisering markerad med röd cirkel, strax norr om Vittaryd och nord-nordväst om Lagan.

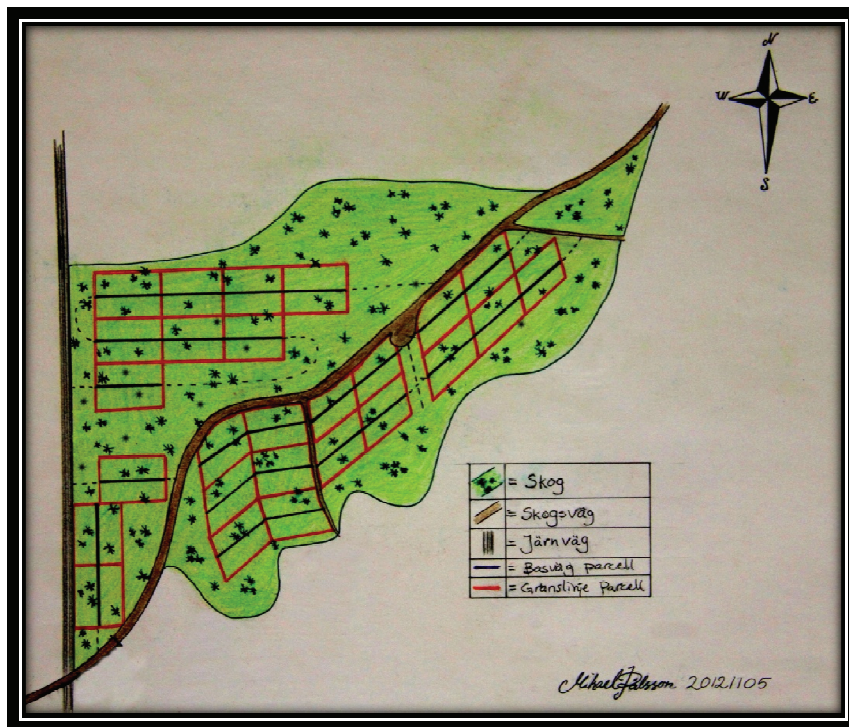
Beståndet består i grunden av en granplantering planterad 1984, där lövinblandning har uppkommit. Beståndsskötseln är eftersatt och ungskogsröjningen har varit undermålig eller helt uteblivit, varvid ett konfliktbestånd har skapats. Den totala beståndsarealen är 5,6 ha och arealen för försöksområdet är 1,365 ha.

Beståndet ses noggrant över innan alla eventuella mätningar startar för att få en överblick av alla variabler. Variabler som beaktas är terrängförhållande, beståndets trädslagssammansättning och struktur. Detta för att få möjlighet att tillämpa mätningar i likartade och homogena avdelningar i beståndet.

Fältstudierna utfördes hösten år 2012, från september till november månad.

2.1.1.1 Parceller

Beståndet delas subjektivt in i 26 stycken parceller (figur 4) i vilka mätningar utförs. Avstånden runt parcellernas ytterkanter mäts noggrant med ett 30 meters måttband från Hultafors och snitslas noggrant in med färgband för att underlätta särskiljning sinsemellan.



Figur 4.
Illustration av beståndet med de 26 parcellerna inritade.

Eftersom röjare och skördarens arbetsinsats skall studeras väljs storleken på parcellerna (figur 5) utifrån maskinens specifikation och körmönster. Bredden på parcellerna motsvarar en stickvägsbredd där körstråket är 4,2 meter (m) brett (Öhman 2012) och där lämpligt avstånd från stickvägsmitt till stickvägsmitt är 21 m. Stickvägsavståndet mäts från mitten av den ena stickvägen till mitten av den andra (sydved). Stickvägsmitten, som även utgör basvägsmitt, snitslas med blå snitsel. Parcellernas långsidor snitslas med gul eller röd snitsel.

Parcellernas längd sätts till 25 m. 25 m bidrar till att många försöksparceller ryms inom beståndsområdet samtidigt som sträckan är lång nog för att utföra noggrann mätning på de olika arbetsmomenten. Varje kortsida avgränsas med dubbla snitslar i två olika färger, hängande tillsammans i en linje.

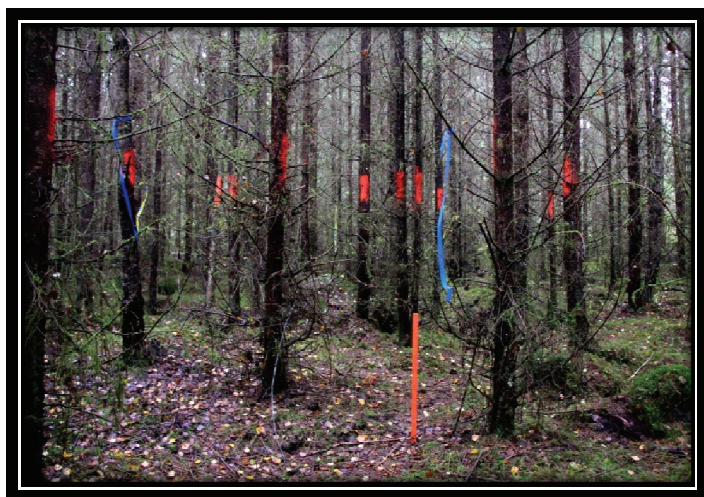


Figur 5.
Parcellens struktur. Det blå partiet representerar basväg. Parcellens längd: 25 m, bredd: 21 m och basvägsbredd: 4,2 m.

2.1.1.2 Provytor

Inom varje parcell läggs två cirkelprovytor ut objektivt (figur 6). Vid objektiva inventeringar avgörs valet av observationspunkter och tillfällen genom ett lottningsförfarande. Genom lottningsförfarandet introduceras sannolikheter i datainsamlingen, vilket medför att den statistiska teorin kan tillämpas. Resultatet är därmed kvalitetsdeklarerat (miljostatistik.se 2012-10-10 11:30).

Punkterna läggs ut genom att dela in parcellerna i ett rutnät där varje ruta är en gång en meter. Sedan görs lotter för långsidan, numrerade från 0 till 25, och för kortsidan från 0 till 21. Ett nummer dras från vardera lottbunt och skärningspunkten för de två dragna numren letas upp i fält. I punkten som återfinns placeras ett provytecentrum som märks ut med en orangefärgad centrumkäpp av trä. De dragna lotterna läggs tillbaka i lottbunt och proceduren upprepas för provyta nummer två inom samma parcell. Samma procedur upprepas för samtliga 26 parceller.



*Figur 6.
Orangefärgad käpp markerar centrum för provytan. Samtliga träd som ligger inom ramen för provytan är markerade med orange färg på stammen.*

Provytorna har en cirkelradie om 4 m och omsluter 50,3 kvadratmeter (m²) vardera. Genom provytorna mäts 19,16 % av försöksområdet in för att ge en relativt noggrann överblick av den totala beståndsstatusen. Inom provytorna markeras varje träd i brösthöjd med märkfärg på stammens sida in mot provytecentrum, detta för att veta vilka träd som ingår i mätningarna.

2.1.2 Arbetskostnad

Röjningen utförs av två stycken skickliga röjare med erfarenheter av motormanuellt arbete i det svenska skogsbruket sedan år 1977, Jan Åkesson och Thomas Magnisson. De är numera egenföretagare och driver vars en entreprenadfirma. Vid röjningen användes en Husqvarna 555 FX och en Stihl FS 560 C-EM. Röjningskostnaden är 330 svenska kronor (SEK) per arbetstimme och inkluderar skatt (Åkesson 2012-10-28).

Vid gallring utför en och samma skördarförare, Björn Svensson, arbetet i samtliga parceller. Björn anses vara en framstående skördarförare som behärskar flerträdshantering. Björn har varit verksam maskinförare sedan år 1992 och har kört med ackumulerande aggregat för flerträdshantering sedan år 2009. Skördaren är en John Deere 1070E med ett H754 aggregat. Skördarkostnaden är 1200 SEK per arbetstimme och inkluderar skatt (Svensson 2012-10-28).

2.2 Metod

2.2.1 Mätning, registrering och volymberäkning

Samtliga träd inom provytorna mäts. Diametern klavas i brösthöjd, höjden för träden och höjd vid krongräns registreras. Diametern klavas med en klave från Haglöfs och höjden mäts med Haglöfs digitala höjdmätare, så även för grönkronegränsen. Trädslagsfördelningen registreras och mätvärdena kopplas till respektive trädslag.

Terränklassificeringen görs inom varje provyta där grundförhållande, ytstruktur och lutning (GYL) beaktas. GYL, är en femgradig skala där 1 motsvarar mycket goda och 5 mycket dåliga drivningsförhållanden för skogsmaskiner (Dehlén 2010).

Data från provytorna registreras, bokförs och läggs in i dator. I Excel, Office2007, kopplas det till volymfunktioner (tabell 3) för ungskog hämtade från Rytter (1998) där volymer räknas fram och anger volymen i skogskubikmeter på bark (m^3sk). Det betecknar hela trädstammens volym, inklusive bark och topp, ovanför det tänkta skär som används för att fälla trädet, det s.k. fällskäret. M^3sk är ett mått som används på stående skog (Wigtrup 2012).

Tabell 3.

Volymfunktioner för olika trädslag. D = diameter på bark i brösthöjd (cm), H = höjd från marken (m), V = trädvolym ovan stubbskär (dm^3), VS = stamvolym (dm^3), K = krongränsens höjd över mark (m).

| Trädslag | funktioner | kommentar |
|--------------|--|--------------------|
| Ek | $VS = 0,03522D^2H + 0,08772DH - 0,04905D^2$ | $H > 10 \text{ m}$ |
| Björk | $\ln(V) = -4,49213 + 2,10253\ln(D) + 3,98519\ln(H) - 2,65900\ln(H-1,3) - 0,0140970D$ | $H > 4 \text{ m}$ |
| Björk | $V = (9,99 + 0,06325D^2 + 0,2849D^2H + 0,08848DH^2 - 0,07988H^2)/10$ | $D < 5 \text{ cm}$ |
| Gran | $V = 0,1059D^2 + 0,01968D^2H + 0,01468DH^2 - 0,04585H^2 + 0,006168D^2k$ | |
| Tall | $V = 0,22 + 0,1066D^2 + 0,02085D^2H + 0,008427DH^2$ | $D < 5 \text{ cm}$ |
| Tall | $\ln(V) = -3,32176 + 2,01395\ln(D) + 2,07025\ln(H) - 1,07209\ln(H-1,3) - 0,0032473D$ | $H > 3 \text{ m}$ |

Krongränsen sätts där nedersta gröna kvist är förankrad i stammen. Isolerad grön kvist räknas inte om fler än två döda grenar finns emellan den gröna kvisten och övrig grön krona.

Levande och stående skog volymmäts nästan uteslutande med enheten m^3sk medan kapad och apterat virke oftast volym mäts med måttet m^3fub . Det är viktigt att ha det i åtanke då antagande och beräkningar görs mellan volymer och stamvolym på beståndsnivå och i uttagsprocessen. Enligt *Skogsforsks kunskapDirekts* omräkningstal motsvarar $1,00 \text{ m}^3\text{fub}$ $1,33 \text{ m}^3\text{sk}$ (Rytter 1998).

2.2.2 Tidsstudie

Resultat som studien vill erhålla är i mångt om mycket baserade på tidsstudier. Svårigheterna med tidsstudier är att dra generella slutsatser av resultaten. Eftersom studien utförs på mänskliga insatser är resultatet till stor del en produkt av den individuella, mänskliga faktorn. I försöket mäts provytorna in manuellt. Tillfälligheter kan inverka så att somliga parceller mäts noggrannare än andra. Därvid kan arealen som tidsstudien baseras på att variera mellan parcellerna. Vidare kan tiden mätas fel. Tidtagningen kanske inte korrekt uppfattar när röjarna eller skördarföraren påbörjar eller avslutar en parcell och tidtagningen blir fel. Vidare kan tidtagaruret sluta fungera i studie av en parcell, till följd av dåligt batteri eller tekniskt fel, och resultatvärdet är förstört och studien i den aktuella parcellen, och till viss del studien i stort, är förgäves. För att förhindra att problem uppstår har stor omsorg lagts ner på att mäta in parcellerna och tidtagaruret har testats och kontrollerat innan tidsstudiens början. Uret utrustades med nya batterier.

Vad gäller röjningen utför två röjare arbetet genom hela tidsstudien och gallringen utförs av en person. Den mänskliga faktorn spelar in och personerna i fråga kan vara

olika lämpade att utföra uppgiften. Fysisk status, ålder, väderförhållande, den individuella moralen och livsglädjen avspeglar sig i arbetsinsatsen. Vidare spelar även val av utrustning in. Olika röjsågar, selar, kläder, etc. kan påverka effektiviteten och resultatet hos røjarna och vid gallring påverkar typ av maskin, ålder, körda timmar, grad av service, aggregat, etc. Det kan uppstå oväntade fel vid arbetsinsatserna som påverkar tidsstudie negativt, personalen kan skadas eller drabbas av sjukdom, de kan av misstag utföra arbetsuppgiften i fel parcell, maskinhaveri kan uppstå etc. Vidare kan personerna som medverkar i den här studien vara bättre eller sämre än medelpersonen, både inom røjning och inom skördarkörning. Studien kan inte påverka det. Vad som är givet är att personernas förmåga att bemästra och utför uppgiften starkt påverkar tidsstudien och resultatet i stort.

För att införa en form av säkerhetsgaranti i tidsstudien borde studien genom hela dess förfarande filmas. Då kan oväntade och eventuella händelser studeras i ett senare skede och resultatet kan bli mycket mer tillförlitligt. Det kräver dock att ytterligare en person medverkar i studien som kameraansvarig, vilket det inte getts utrymme för.

2.2.2.1 Røjning

När samtliga parceller var inmätta var det dags för första arbetsåtgärden i studien att ta form, røjningen (figur 7). I en tredjedel av parcellerna skulle samtliga stammar ≥ 8 cm DBH röjas bort, i en tredjedel skulle stammar ≥ 5 cm DBH röjas bort och en tredjedel av parcellerna skulle lämnas oröjda. När samtliga stammar ≥ 5 cm DBH röjs bort heter det att beståndet siktröjs. När samtliga stammar ≥ 8 cm DBH röjs bort heter det att røjningen är traditionell, konventionell, och klassas som hård røjning. Vid avgörandet av røjningsstyrka i parcellerna skrevs 26 stycken lappar numrerade från 1-26. Lapparna veks ihop och lades i en skål. 27 andra lappar gjordes där 9 stycken namngavs oröjda, 9 stycken siktröjd och 9 stycken hårt röjda. Dessa lappar veks och lades i en annan skål. Sedan drog en lapp från vardera skål och draget parcellnummer kombinerades med dragen røjningsintensitet. Det resulterade i 9 oröjda, 9 siktröjda och 8 hårt röjda parceller. Försöksområdet utgjordes av samtliga parceller.

Innan røjningens utförande visas røjningspersonalen noggrant runt inom försöksområdet så de kan förvissa sig om var respektive røjning ska ske. När de är väl informerade startar åtgärden. Tidsåtgången för røjning inom varje enskild parcell uppmäts med tidtagarur och noteras. Resultatet avrundas till närmaste hela sekunden. Tidtagning påbörjas då røjarna är på plats inom varje parcell och startar sågen och avslutas då röjsågarna stannar efter att sista stammen är bortröjd. Eftersom personalen vilar mellan varje parcell då röjsågarna står still och røjningsresultatet registreras, görs ett tidspåslag på resultatet för att räkna fram den totala arbetstiden. Påslaget baserades på hur lång tid det annars tar att röja ett likartat område, utan utrymme för vila emellan. Påslaget är 7 % på tiden för tidsåtgången inom parcellerna.

I studien noterades enbart den effektiva tiden. För att omvandla den till realiserad arbetstid studeras röjarna under tre normala arbetsdagar. Där noteras tidsåtgången för röjning, tankning, filning av klinga, haveri, gång till och från bestånd, telefonsamtal och tid för ombyte. Den effektiva snitttiden per dag är 6 timmar(h) och 50 minuter(min). Hänsyn tas till detta då den realiserade röjningstiden för parcellerna räknas fram.



*Figur 7.
Röjning med Husqvarna 555FX.*

2.2.2.2 Integrerad gallring

Skördaren (figur 8) arbetar sig igenom en parcell i sänder och efter varje genomarbetad parcell stannar maskinen och det data som registrerats i skördardatorn antecknas innan maskinen påbörjar nästa parcell. Skördarföraren valde själv sortimentsutfallet och styrde kapning och aptering fritt. Körtid, antal upparbetade singelträd och flerträdshanterade stammar registrerades samt volym timmer, kubb, massa- och energived. Volymerna registreras som m³fub.

Skördaren arbetar effektivt med ett följsamt ergonomiskt kranarbete och varierade mellan singel- och flerträdshantering (figur 9). Redan innan kranen avslutat ett arbetsmoment har maskinföraren påbörjat det nästkommande. Det syns inte minst i kranens flöde, kranen står aldrig tveksamt still. Föraren växlar ständigt mellan uttag av massaved och energisortiment, och lägger upp det synnerligen adekvat för skotaren längs stickvägskanterna. Då kvaliteten tillåter görs kubbuttag, och i enstaka fall timmeruttag.



*Figur 8.
Björn Svenssons skördare, John Deere 1070E, med aggregat H754 vid gallring.*



*Figur 9.
Skördaraggregat i färd med att aptera energived. Ackumuleringsarmarna har samlat
fyra stammar i aggregatet.*

3

Resultat

Tabell 4 anger beståndsdata från samtliga 26 försöksparceller. Informationen används för att uppskatta beståndsstatusen.

Tabell 4.

Sammanställning av provytedata för parcell 1-26. Visar röjningsintensitet (röjning), tr addediameter (D), trädhöjd (H), krongränshöjd (K) samt volym (V). volym visas för medelstammen, total volym/ha samt volymandelen för stammar under ≥ 5 resp. ≥ 8 cm DBH.

| Nr | Röjning (cm) | Stammar /ha | D (cm) | H (m) | K (m) | V medelstam (m³sk) | V (m³sk/ha) | V ≤ 8 cm (m³sk/ha) | V ≤ 5 cm (m³sk/ha) |
|-------|--------------|-------------|--------|-------|-------|--------------------|-------------|-------------------------|-------------------------|
| 1 | ≤ 5 | 4376,8 | 8,7 | 9,9 | 6,5 | ,033 | 143,7 | 14,5 | 2,4 |
| 2 | ≤ 8 | 3581,0 | 10,3 | 10,6 | 6,5 | ,032 | 113,3 | 7,7 | 1,2 |
| 3 | ≤ 8 | 2984,2 | 10,9 | 11,5 | 6,7 | ,037 | 111,3 | 3,6 | 0,8 |
| 4 | ≤ 8 | 3581,0 | 10,1 | 11,1 | 6,8 | ,039 | 139,7 | 10,4 | 0,4 |
| 5 | ≤ 8 | 3779,9 | 9,3 | 7,9 | 3,8 | ,046 | 173,9 | 10,2 | 2,9 |
| 6 | ≤ 8 | 5471,0 | 7,7 | 8,0 | 4,7 | ,022 | 119,7 | 8,6 | 2,9 |
| 7 | | 3978,9 | 9,5 | 9,4 | 5,3 | ,030 | 121,1 | 8,8 | 1,4 |
| 8 | | 7062,5 | 6,6 | 8,0 | 5,0 | ,017 | 122,7 | 21,6 | 4,6 |
| 9 | | 5570,4 | 7,6 | 9,4 | 6,3 | ,023 | 126,9 | 24,2 | 2,8 |
| 10 | ≤ 5 | 3282,6 | 10,4 | 13,0 | 8,7 | ,036 | 117,3 | 5,8 | 0,9 |
| 11 | ≤ 5 | 4277,3 | 9,5 | 11,4 | 7,4 | ,032 | 136,7 | 12,3 | 2,2 |
| 12 | ≤ 5 | 2088,9 | 10,5 | 9,2 | 4,7 | ,132 | 275,8 | 6,6 | 0,5 |
| 13 | ≤ 5 | 2884,7 | 11,2 | 11,8 | 7,0 | ,050 | 144,2 | 5,0 | 0,5 |
| 14 | | 3481,5 | 9,6 | 8,6 | 4,3 | ,060 | 205,4 | 12,3 | 2,6 |
| 15 | | 2785,2 | 11,6 | 11,9 | 7,0 | ,042 | 117,6 | 4,3 | 0,7 |
| 16 | | 3779,9 | 8,7 | 10,1 | 6,3 | ,026 | 99,1 | 17,0 | 1,5 |
| 17 | | 5570,4 | 6,9 | 7,7 | 4,6 | ,018 | 101,8 | 20,4 | 4,0 |
| 18 | | 5471,0 | 6,6 | 6,8 | 4,1 | ,017 | 93,2 | 21,8 | 6,3 |
| 19 | ≤ 8 | 7360,9 | 5,6 | 6,2 | 4,0 | ,015 | 108,7 | 33,6 | 9,3 |
| 20 | ≤ 5 | 4277,3 | 7,7 | 10,1 | 7,0 | ,031 | 130,6 | 18,8 | 3,2 |
| 21 | ≤ 5 | 6167,3 | 7,1 | 8,3 | 5,4 | ,020 | 125,3 | 19,4 | 6,2 |
| 22 | ≤ 8 | 5073,1 | 5,8 | 6,3 | 3,8 | ,014 | 72,4 | 18,2 | 7,4 |
| 23 | ≤ 8 | 5471,0 | 7,8 | 8,6 | 5,3 | ,022 | 123,1 | 23,4 | 12,5 |
| 24 | ≤ 5 | 4575,7 | 9,2 | 11,0 | 7,6 | ,043 | 197,9 | 20,1 | 1,2 |
| 25 | ≤ 5 | 3978,9 | 9,7 | 11,0 | 7,0 | ,035 | 137,3 | 9,4 | 1,8 |
| 26 | | 3879,4 | 10,2 | 11,1 | 7,1 | ,038 | 148,3 | 9,9 | 0,9 |
| medel | | 4415 | 8,8 | 9,6 | 5,9 | ,035 | 152,5 | 14,1 | 3,1 |

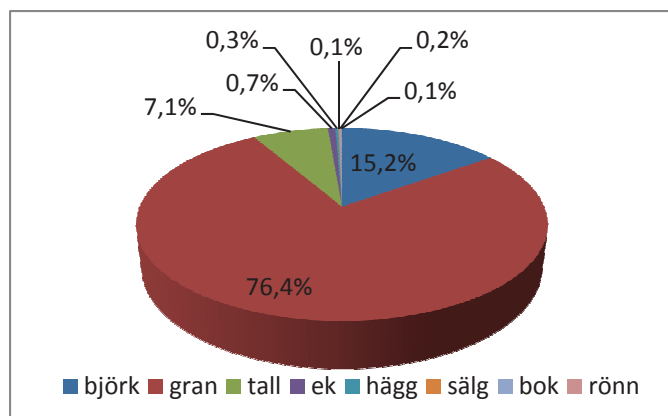
Parcellerna 5, 12 och 14 visade sig inneha förhållandevis stora andelar ädellöv, huvudsakligen ek. Inom dessa tre parceller var den mest adekvata lösningen att gallra bort merparten av granmassan för att lyfta fram och gynna lövet. Granarna riskerade i annat fall att växa upp i ekarnas kronverk och på sikt högst sannolikt tillintetgöra dessa. Resultatmässigt härledde åtgärden till kraftigt facetterande värden i de tre parcellerna. Särskilt missvisande för studien blev värdet som erhöles i parcell 5 där uttag av all gran gjordes. Åtgärden kunde mer liknas vid en underbeståndsavverkning än vid en gallring. Samtliga parceller är trots allt var för sig lika viktiga och bidrar i lika utsträckning till studiens slutprodukt. Därför togs alla parcellvärden med i beaktningen. Det är högst orimligt att manipulera resultatet genom att utesluta enstaka värden ur studien för att förbättra slutprodukten och därför vägdes värdena in i diskussionsdelen.

Tabell 5 anger GYL samt den genomsnittliga grundytan. Värdet från samtliga cirkelprovytor har genererat ett medelvärde för det totala försöksområdet.

Tabell 5.
GYL redovisat för beståndet samt grundytan, angiven i m²/ha.

| | |
|-----------------|------|
| GYL | 322 |
| grundyta | 26,4 |

Beståndets trädslagsblandning för försöksområdet anges i figur 10 och tabell 6 visar stamantal/ha och procentandel/ha för respektive trädslag.

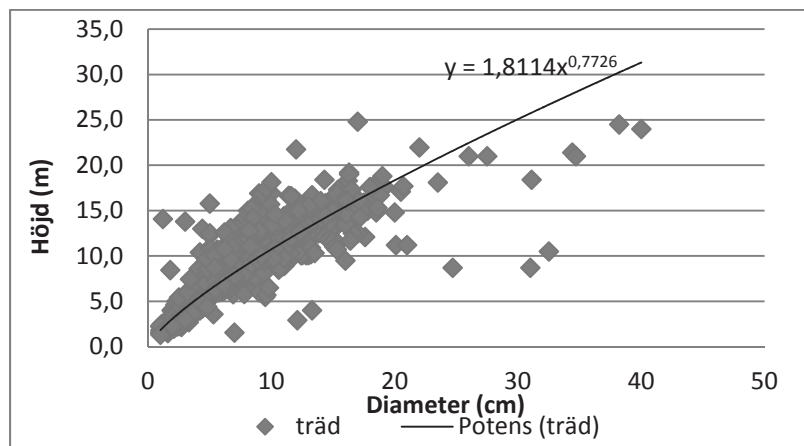


Figur 10.
Genomsnittliga trädslagsfördelningen i försöksområdet, visat i procent (%).

Tabell 6.

Genomsnittligt stamantal i försöksområdet för respekt trädslag, visat i stammar/ha.

| trädslag | stamantal/ha | andel % |
|----------|--------------|---------|
| björk | 669,5 | 15,2 |
| gran | 3374,3 | 76,4 |
| tall | 313,7 | 7,1 |
| ek | 30,6 | 0,7 |
| hagg | 11,5 | 0,3 |
| säl | 3,8 | 0,1 |
| bok | 7,7 | 0,2 |
| rönn | 3,8 | 0,1 |
| totalt | 4414,9 | 100 |



Figur 11.

Förhållandet mellan trädhöjd och diameter för samtliga trädslag.

Figur 11 visar förhållandet mellan de inmätta trädens höjd och diameter i försöksområdet. Förhållandet har ett positivt stigande värde.

Tabell 7 visar medeldiameter, medelhöjd och vid vilken höjd på medelstammen krongränsen begynner. Värdena bidrar till linjen i figur 11.

Tabell 7.

Medeldiameter, medelhöjd och medelkrongränshöjd för samtliga trädslag inom försöksområdet.

| trädslag | diameter (cm) | Höjd (m) | krongräns (m) |
|-----------------|--------------------------|---------------------|--------------------------|
| björk | 8,3 | 11,0 | 8,3 |
| gran | 8,4 | 9,0 | 5,3 |
| tall | 7,2 | 7,7 | 5,2 |
| ek | 19,6 | 10,6 | 5,7 |
| hagg | 2,4 | 3,8 | 0,9 |
| sälg | 32,5 | 10,5 | 6,0 |
| bok | 5,2 | 7,3 | 2,6 |
| rönn | 15,5 | 14,1 | 8,7 |

VIDA AB:s rådande prislista vid studiens genomförande redovisade i tabell 8. Priserna är aktuella för den region där studien genomförts (VIDA AB 2012-10-16).

Sortimentsvärdet är en produkt av sortimentsutfall för beståndet och rådande prislistor för sortimenten. Prisbilden är en produkt av rådande tillgång och efterfrågan av råvara på marknaden. Enligt tabell 8 är timmer det högst betalda sortimentet vid studiens genomförande, följt av kubb och granmassaved medan energiveden är lägst värderad.

Tabell 8.

VIDA AB:s rådande sortimentsprislista vid studiens genomförande.

| Sortiment | Pris (SEK) |
|---------------------|-------------------|
| Grantimmer | 485 |
| Kubb | 325 |
| Granmassaved | 295 |
| Energived | 200 |

Värden från oröjda, siktröjda och hårt röjda parceller är redovisade i tabellform separerat från varandra. I tabell 9 visas beståndsmedelvärden innan åtgärd för de tre scenarion.

Tabell 9.

Stammantal/ha i medeltal, medelstammens volym samt den totala medelvolymen/ha innan åtgärd för samtliga 26 parcellvärden. Oröjda, siktröjda och hårt röjda parcellvärden är redovisade separat.

| röjningsgrad | stammar/ha | Volym medelstam (m ³ sk) | volym (m ³ sk)/ha |
|---------------|------------|-------------------------------------|------------------------------|
| Oröjd | 4620 | 0,030 | 140 |
| <=5 | 3990 | 0,046 | 185 |
| <=8 | 4663 | 0,028 | 132 |
| Medel | 4424 | 0,035 | 152 |

Tabell 10 anger i medeltal hur stor volym som representeras av stammar med en brösthöjdsdiameter på <= 5 cm respektive <= 8 cm DBH inom parcellerna.

Tabell 10.

Anger hur stor medelvolymen (V)/ha som representeras av stammar <= 5 cm och <= 8 cm DBH inom oröjda, siktröjda och hårt röjda parceller.

| | V <= 8 cm (m ³ sk/ha) | V <= 5 cm (m ³ sk/ha) |
|---------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| oröjd | 15,6 | 2,8 |
| <=5 | 12,4 | 2,1 |
| <=8 | 14,5 | 4,4 |

Tabell 11 redovisar gallringsutfallet för oröjda, siktröjda och hårt röjda parceller. Mängden gallrade träd är varierande och redovisas som stamantal/ha. Antalet stammar som behandlats genom ackumulation i aggregatet är redovisat som stamantal flerträd/ha och träd som upparbetats var för sig är redovisade som stamantal singel/ha. Flerträdshanterade stammar genererar energived medan singelträds hanterade stammar bidrar till sortimenten timmer, kub, massaved och i enstaka fall även energived.

Tabell 11.

Medelvärde för antalet stammar/ha som behandlats genom flerträdshantering, antal stammar/ha som behandlats som singelträd och det totala antalet gallrade stammar/ha för samtliga 26 parceller. Värdet för oröjda, siktröjda och hårt röjda parcell är redovisade separat.

| röjningsgrad | stamantal flerträd/ha | stamantal singel/ha | stamantal/ha |
|---------------|-----------------------|---------------------|--------------|
| oröjd | 1369 | 341 | 1710 |
| <=5 | 1266 | 419 | 1685 |
| <=8 | 731 | 383 | 1114 |

I de oröjda parcellerna behandlas 80 % av de gallrade stammarna genom flerträdshantering, i siktröjda parceller är siffran 75 % och i hårt röjda parceller är endast 66 % av stammarna upparbetade genom flerträdshantering (tabell 11).

I tabell 12 redovisas sortimentsvolymerna/ha för timmer, kubb, massa-, och energived. Samtliga sortimentsvolymerna anges i m³fub. Data insamlad från oröjda, siktröjda och hårt röjda parceller är redovisat samt medelvärde för samtliga. Den skördade medelvolymer för samtliga parceller är 46 m³fub/ha vilket resulterar i en gallringsstyrka motsvarande 40,1 % av det totala förrådet. Värdet tyder på att det rör sig om en relativt hård gallring.

Tabell 12.

Gallrad volym/ha i oröjda, siktröjda och hårt röjda parceller, redovisat som volymandel per sortiment timmer, kubb, massa och energived. Samtliga parceller är inräknade.

| Röjnings- grad | volym timmer (m ³ fub)/ha | volym kubb (m ³ fub)/ha | volym massa gran (m ³ fub)/ha | volym energi (m ³ fub)/ha | total gallrad volym (m ³ fub)/ha |
|-------------------|--|---------------------------------------|---|---|---|
| Oröjd | 0,4 | 3 | 16 | 23 | 43 |
| <=5 | | 4 | 15 | 31 | 51 |
| <=8 | 2 | 5 | 12 | 25 | 44 |
| Medel | | 4 | 15 | 26 | 46 |

Vad gäller de oröjda parcellerna är den gallrade volymen 40,8 % av ursprungsbeståndet i försöksområdet, det går att utläsa då tabell 12 ställs i relation till tabell 9. Av den gallrade volymen utgör energived 53,5 %, massaved 37,2 % och kubb 7 % (tabell 12).

I de siktröjda parcellerna är den gallrade volymen 36,6 %. Energiveden utgör hela 60,8 %. Uttaget av massaved är 29,4 % och 7,8 % kubb.

I de hårt röjda parcellerna motsvarar volymuttaget hela 44,4 %, vilket är ett väldigt högt uttag. Energivedsuttaget står för 56,8 %. Uttaget av massaved är 27,3 % och 11,4 % utgör kubb.

tabell 13 anger antalet skördade stammar/ha och den skördade medelstammens volym, angivet i m³fub. I tabell 14 anges den skördade medelstamsvolymen för träd upparbetade med flerträdshantering samt för upparbetade singelträd. Data insamlad från samtliga parceller är redovisat samt medelvärde för dessa. Då samtliga parceller är medräknade skördades 1503 stammar/ha, ett uttag motsvarande 34,0 % av stamantalet/ha.

Tabell 13.

Antal skördade stammar/ha och de skördade stammarnas medelvolym, samtliga parceller är inräknade.

| |
|---|
| Antal skördade stammar/ha |
| 1503 |
| Skördad medelstam (m³fub) |
| 0,034 |

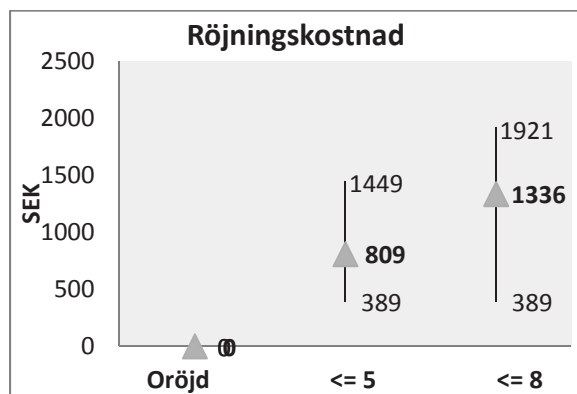
Tabell 14.

Anger medelstamsvolymen i m³fub för skördade träd/ha, upparbetade som singelträd eller genom flerträdshantering. Data är redovisat för samtliga parceller.

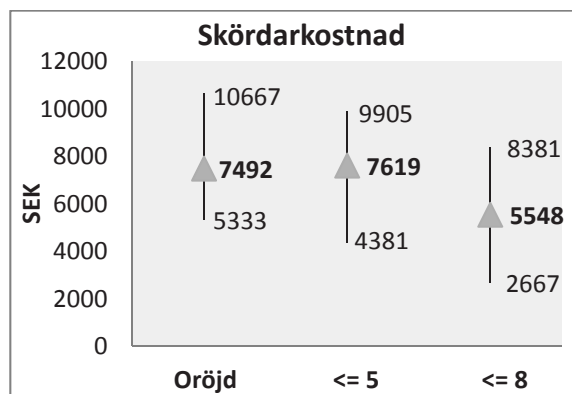
| | singel | flerträd |
|---------------|--|--|
| | Medelstamsvolym (m³fub)/ha | Medelstamsvolym (m³fub)/ha |
| oröjd | 0,043 | 0,018 |
| <=5 | 0,045 | 0,025 |
| <=8 | 0,038 | 0,034 |

I de oröjda parcellerna var den singelträdshanterade medelstamsvolymen 139 % större än medelstamsvolymen upparbetad genom flerträdshantering. För siktröjda parceller var siffran 80 % och för hårt röjda parceller 12 % (tabell 14).

Figur 12 och 13 anger kostnaderna/ha och figur 14 anger intäkterna/ha. I figur 15 är inkomster och utgifter satta mot varandra och figuren redovisar nettointäkten/ha. Samtliga figurer redovisar resultatet från oröjda, siktröjda och hårt röjda parceller. Den gröna pilen redovisar medelvärdet för parcellerna medan talen längs den svarta linjen, över och under den gröna pilen, visar det högsta, respektive lägsta värdet som uppmäts. Samtliga 26 parceller är inräknade.



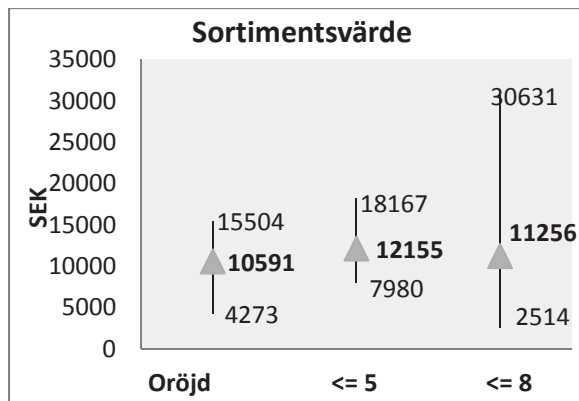
Figur 12.
Rönjningskostnad/ha för oröjda, siktröjda och hårt röjda parceller.



Figur 13.
Skördarkostnad/ha för oröjda, siktröjda och hårt röjda parceller.

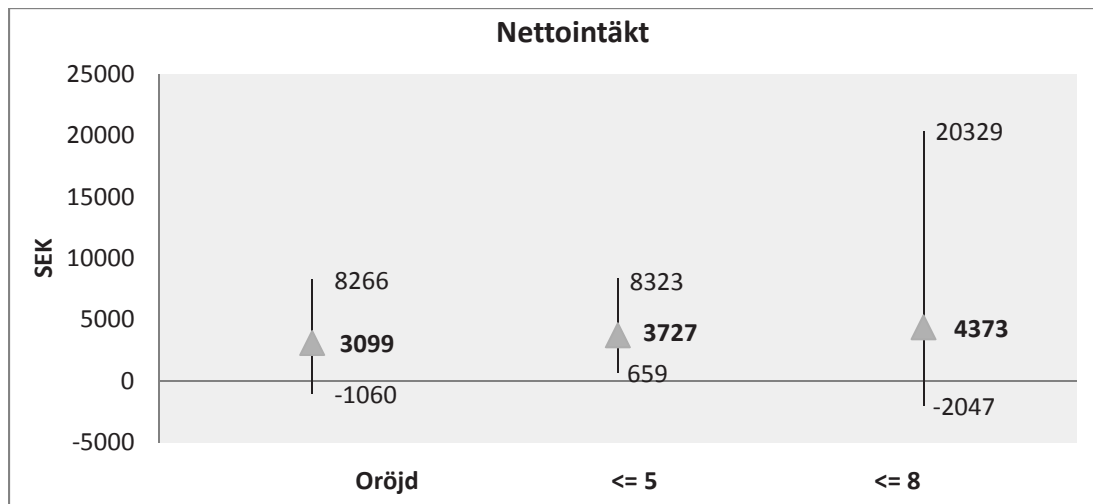
Då figur 12 ställs mot tabell 12 framgår att vid siktröjning uppgår rönjningskostnaden till 15,9 SEK/ gallrad m³fub och vid hård förröjning till 30,4 SEK/ gallrad m³fub. När figur 13 ställs i relation till tabell 10 framgår att rönjningskostnad vid siktröjning uppgår till 385,2 SEK/m³sk och vid hård röjning 92,1 SEK/m³sk.

Då figur 13 sätts i relation till tabell 12 syns att inom parceller där hård förröjning ägt rum motsvarar skördarkostnaden 126,1 SEK/ m³fub. Vid lätt förröjning är skördarkostnaden i medeltal 149,4 SEK/ m³fub och då röjning uteblir 174,2 SEK/ m³fub.



Figur 14.
Sortimentsvärde/ha för oröjda, siktröjda och hårt röjda parceller.

När figur 14 ställs i relation till tabell 12 anges medelvärdet för sortimentsuttaget för oröjda, siktröjda och hårt röjda parceller. För oröjda parceller blir sortimentsvärdet 246,3 SEK/m³fub. För siktröjda parceller är värdet 238,3 SEK/m³fub och för hårt röjda parceller 255,8 SEK/m³fub.



Figur 15.
Nettointäkten för oröjda, siktröjda och hårt röjda parceller.

När figur 15 ställs i relation till tabell 12 framkommer kostnader och intäkter per gallrad m³fub (tabell 15).

Tabell 15.

Nettointäkt/ gallrad m³fub i medeltal och SEK, redovisat för oröjda, siktröjda och hårt röjda parceller.

| | nettointäkt/m ³ fub (SEK) |
|---------------|---|
| oröjd | 72,1 |
| <=5 | 73 |
| <=8 | 99,3 |

Oröjd

Inom oröjda parceller är skördarkostnaden 174,2 SEK/m³fub och medelvärdet för sortimentsuttaget uppgår till 246,3 SEK/m³fub. Sammanräknat resulterar det i en nettointäkt på 72,1 SEK/m³fub.

Siktröjt

Röjningskostnaden uppgår till 15,9 SEK/gallrad m³fub och skördarkostnaden uppgår till 149,4 SEK/m³fub. Sortimentsvärdet uppgår till 238,3 SEK/m³fub. Nettointäkten/ m³fub blir således 73 SEK/m³fub.

Hård förröjning

Röjningskostnaden uppgår till 30,4 SEK/gallrad m³fub och skördarkostnaden uppgår till 126,1 SEK/m³fub. Sortimentsvärdet uppgår till 255,8 SEK/m³fub. Nettointäkten/m³fub blir således 99,3 SEK/m³fub.

Tabell 16.

Stammat/ha i medeltal, medelstammens volym samt den totala medelvolymen/ha innan åtgärd där alla parceller räknats in utom parcell 5, 12 och 14. Oröjda, siktröjda och hårt röjda parceller är redovisade separat.

| röjningsgrad | stammar/ha | Volym medelstam (m ³ sk) | volym (m ³ sk)/ha |
|---------------|------------|-------------------------------------|------------------------------|
| Oröjd | 4762 | 0,027 | 128 |
| <=5 | 4228 | 0,035 | 148 |
| <=8 | 4789 | 0,026 | 124 |
| Medel | 4593 | 0,029 | 133 |

Enligt tabell 16 var den totala beståndsvolymen i försöksområdet 133 m³sk/ha innan åtgärd, vilket motsvarar 100 m³fub/ha.

Tabell 17.

Anger hur stor medelvolymer (V)/ha som representeras av stammar ≤ 5 cm och ≤ 8 cm DBH inom parcellerna. Parcell 5, 12 och 14 är inte med i beräkningarna.

| | V ≤ 8 cm (m ³ sk/ha) | V ≤ 5 cm (m ³ sk/ha) |
|----------------------------|---|---|
| orörd | 16,0 | 2,8 |
| ≤ 5 | 13,2 | 2,3 |
| ≤ 8 | 15,1 | 4,5 |

Tabell 18.

Medelvärde för antalet stammar/ha som behandlats genom flerträdshantering, antal stammar/ha som behandlats som singelträd och det totala antalet gallrade stammar/ha för samtliga parceller utom parcell 5, 12 och 14. Orörda, siktröjda och hårt röjda parceller är redovisade separat.

| röjningsgrad | stamantal flerträd/ha | stamantal singel/ha | stamantal/ha |
|----------------------------|--------------------------|------------------------|--------------|
| orörd | 1440 | 317 | 1757 |
| ≤ 5 | 1340 | 443 | 1783 |
| ≤ 8 | 740 | 348 | 1088 |

I de orörda parcellerna gallrades 36,9 % av stammantalet från ursprungsbeståndet ut, i de siktröjda var siffran 42,2 % och i de hårt röjda 22,7 %, enligt tabell 16 och 18.

Tabell 19.

Gallrad volym/ha i orörda, siktröjda och hårt röjda parceller, redovisat som volymandel per sortiment kubb, massa och energived. Parcellerna 5, 12 och 14 är inte med i beräkningen.

| röjningsgrad | volym kubb (m ³ fub)/ha | volym massa gran (m ³ fub)/ha | volym energi (m ³ fub)/ha | total gallrad volym (m ³ fub)/ha |
|----------------------------|---------------------------------------|---|---|--|
| Orörd | 2 | 16 | 23 | 41 |
| ≤ 5 | 4 | 16 | 32 | 53 |
| ≤ 8 | 4 | 13 | 18 | 34 |
| Medel | 3 | 15 | 24 | 43 |

Den skördade medelvolymer för parcellerna är 43 m³fub/ha enligt tabell 19 vilket resulterar i ett uttag på 43 % av det totala förrådet.

Vad gäller de orörda parcellerna är den gallrade volymen 42,6 % av ursprungsbeståndet i försöksområdet, det går att utläsa då tabell 18 ställs i relation till tabell 15. Av den gallrade volymen utgör 56,1 % energived och 39,0 % massaved.

I de siktröjda parcellerna är den gallrade volymen 47,6 %, vilket är ett väldigt högt uttag. Energiveden utgör hela 60,4 %. Uttaget av massaved är 24,5 %.

För hårt röjda parceller motsvarar volymuttaget 36,4 %. Energivedsuttaget står för 52,9 %. Uttaget av massaved är 38,2 %.

Tabell 20.

Antal skördade stammar/ha och de skördade stammarnas medelvolum, parcell 5,12 och 14 är inte inräknade.

| |
|---|
| Antal skördade stammar/ha |
| 1543 |
| Skördad medelstam (m³fub) |
| 0,031 |

Den skördade medelstammens volym är 0,031 m³fub, redovisat i tabell 20, vilket genererar en gallringskvot på 1,19. Uttaget av stammar motsvarande 34,9 % av stamantalet/ha från försöksområdet. Stammantalet efter gallring är reducerat till 3050 stammat/ha med en medelstamsvolum på 0,022 m³fub. Det totala förrådet efter åtgärd uppgår till 88,5 m³sk, dvs. 66,5 m³fub.

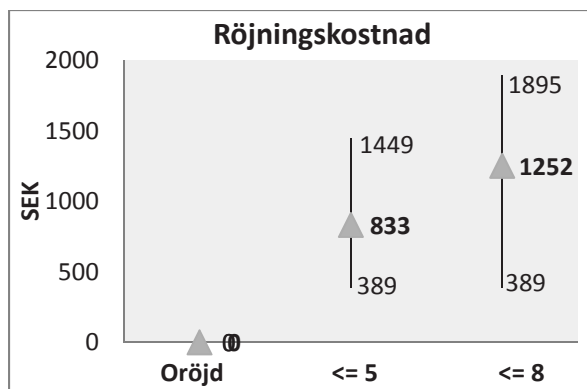
Tabell 21.

Medelstamsvolymer i m³fub för skördade träd/ha, upparbetade som singelträd eller genom flerträdshantering. Data är redovisat för oröjda, siktröjda och hårt röjda parceller. Alla parceller räknats in utom parcell 5, 12 och 14.

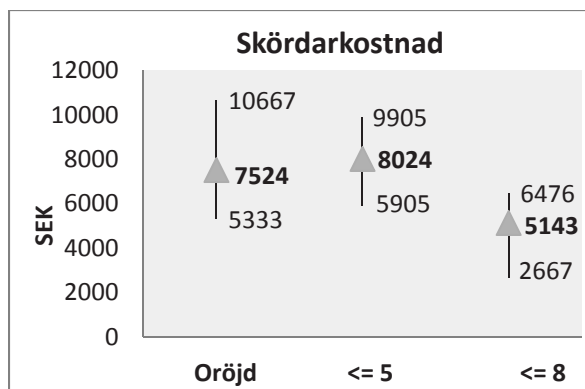
| | singelträd | flerträd |
|---------------|---------------------------|---------------------------|
| | medelstamsvolum/ha | medelstamsvolum/ha |
| oröjd | 0,040 | 0,018 |
| <=5 | 0,045 | 0,024 |
| <=8 | 0,034 | 0,023 |

Enligt tabell 21 var den singelträdshanterade medelstamsvolymer 122 % större än medelstamsvolymer upparbetad genom flerträdshantering i de oröjda parcellerna. För siktröjda parceller var siffran 87,5 % och för hårt röjda var siffran 47,8 %.

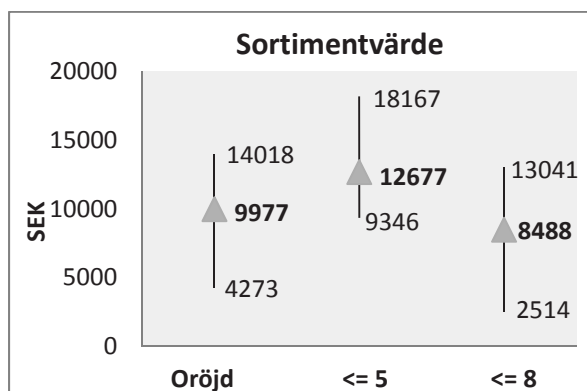
I de oröjda parcellerna behandlas 82,0 % av de gallrade stammarna genom flerträdshantering, i siktröjda är siffran 75,0 % och i hårt röjda är endast 68,0 % av stammarna upparbetade genom flerträdshantering enligt tabell 21.



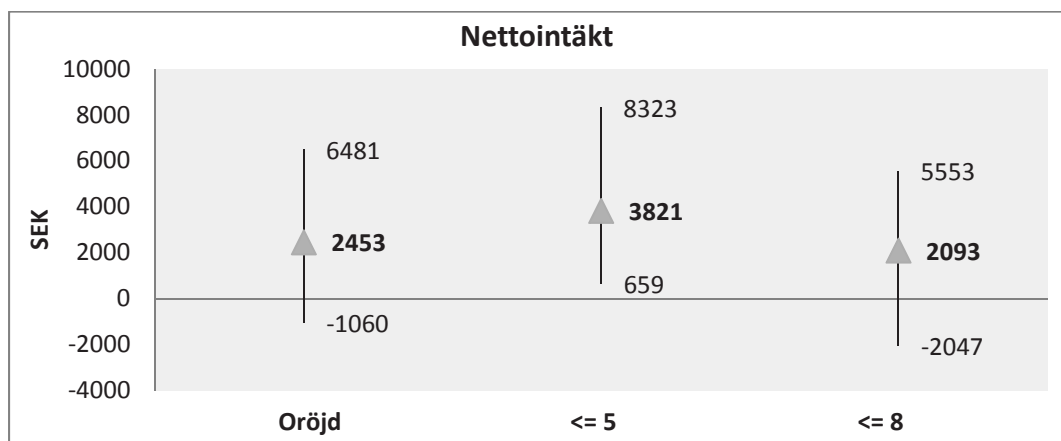
Figur 16.
Sortimentvärde/ha för oröjda, siktröjda och hårt röjda parceller. Parcellerna 5, 12 och 14 är inte med i beräkningen.



Figur 17.
Sortimentvärde/ha för oröjda, siktröjda och hårt röjda parceller. Parcellerna 5, 12 och 14 är inte med i beräkningen.



Figur 18.
Sortimentvärde/ha för oröjda, siktröjda och hårt röjda parceller. Parcellerna 5, 12 och 14 är inte med i beräkningen.



Figur 19.
Nettointäkten för oröjda, siktröjda och hårt röjda parceller. Parcellerna 5, 12 och 14 är inte med i beräkningen.

I tabell 22 har beståndsdata från försöksområdet ställts i relation till gallringsdata.

Tabell 22.

Det totala gallringsuttaget ur utgångsbeståndet samt dess andel massa- och energived för oröjda, siktröjda och hårt röjda parceller, redovisat i %. Parcellerna 5, 12 och 14 är inte med i beräkningen.

| | gallringsuttag (%) | uttag massaved (%) | uttag energived (%) |
|----------------|--------------------|--------------------|---------------------|
| oröjd | 42,6 | 39,0 | 56,1 |
| <= 5 | 47,6 | 30,1 | 60,4 |
| <= 8 | 36,4 | 38,2 | 52,9 |

I tabell 23 ställs figurerna 16, 17, 18 och 19 i relation till tabell 19 och kostnader och intäkter per m³fub erhålls.

Tabell 23.

Nettointäkt/ gallrad m³fub i medeltal och SEK, redovisat för oröjda, siktröjda och hårt röjda parceller. Parcellerna 5, 12 och 14 är inte med i beräkningen.

| | nettointäkt/m ³ fub (SEK) |
|---------------|---|
| oröjd | 72,1 |
| <=5 | 72,1 |
| <=8 | 48,7 |

Oröjd

Inom oröjda parceller är skördarkostnaden 183,5 SEK/m³fub och medelvärdet för sortimentsuttaget uppgår till 243,3 SEK/m³fub. Sammanräknat resulterar det i en nettointäkt på 72,1 SEK/m³fub.

Siktröjt

Röjningskostnaden uppgår till 15,7 SEK/gallrad m³fub och skördarkostnaden uppgår till 151,4 SEK/m³fub. Sortimentsvärdet uppgår till 239,2 SEK/m³fub. Nettointäkten/m³fub blir således 72,1 SEK/m³fub.

Hård förröjning

Röjningskostnaden uppgår till 29,1 SEK/gallrad m³fub och skördarkostnaden uppgår till 119,6 SEK/m³fub. Sortimentsvärdet uppgår till 197,4 SEK/m³fub. Nettointäkten/m³fub blir således 48,7 SEK/m³fub.

4

Diskussion

Gallringskvoten resulterar i ett värde högre än ett då den uttagna medelstamsvolymen divideras med den stående volymen före åtgärd. Kvoten blir 1,29. Anledningen till att det resulterar i en höggallring beror sannolikt på att uttaget i parcellerna 5,12 och 14 till stor del utgörs av grova träd. Enstaka stockar timmer skördas inom dessa parceller och även en ansenlig andel kubb. Målsättningen i de tre parcellerna var inte att skapa ett jämt granbestånd, utan att friställa ädellövet. Därför fälldes ett antal grova granar och medelstamsvolymen ökade.

Efterbestandsstrukturen tyder på att en, eller möjligtvis inga ytterligare gallringar kommer behöva utföras innan en framtida slutavverkning av beståndet. Vid en tidig slutavverkning är en ytterligare gallring omotiverad.

Inom försöksområdet utfördes en hård gallring, vilket är gynnsamt för ekonomin. Däremot kan en hård, sen gallring medföra ett antal risker för beståndet. Eftersom träden är höga med låg diametertillväxt till följd av trängsel vid ungdomstillväxten är de kvarvarande träden i försöksområdet sköra. Ett potentiellt hot mot det kvarvarande beståndet är hård vind eller tung blötsnö som kan knäcka trädstammarna. Friställning gör att stammarna inte längre kan stödja varandra.

Enligt tabell 12 har det gjorts ett väldigt litet uttag av kubb i förhållande till den totala mängden gallrad volym. Det beror till stor sannolikhet på att det har varit svårt för träden att uppnå hög medeldiameter och god kvalitet i det stamtäta konfliktbeståndet.

Störst uttag gjordes i form av energived (tabell 12). Troligtvis hamnar en avsevärd andel massaved i energisortimentet då flerträdshantering tillämpas. För att underlätta och optimera flerträdshanteringen apterades potentiella massavedsbitar tillsammans med energived och hamnade därmed i samma sortiment. Flerträdshantering bidrar samtidigt med att en större volym tas ut ur beståndet eftersom en stor del av toppen och klena stammar kan användas.

En signifikant skillnad mellan medelstamsvolymen hos träd upparbetade med flerträdshantering och träd upparbetade med singelträdshantering syns i tabell 14. Anledningen till utfallet tros vara att aggregatet inte kan greppa lika många stammar med sina ackumulerande armar när medelstamsvolymen är hög som det skulle kunna göra då medelstamsvolymen är låg. Ackumuleringsfunktionen utnyttjas i större utsträckning vid låg medelstamsdiameter, helt enligt vad Rönqvist (2011) påvisade.

Det finns även en skillnad i skördad medelstamsvolym för oröjda, siktröjda och hårt röjda parceller. En uppenbar förklaring torde vara att då klena stammar är bortröjda före gallringsingreppet blir medelstamsvolym för de stammar som ackumuleras vid flerträdshantering högre. Utfallet i tabell 11 stärker teorin. Resultatet i tabellen visar att mycket färre stammar upparbetas genom flerträdshantering i förhållande till mängden stammar som upparbetas med singelträdshantering då förröjning innan gallring har varit hård.

Röjningskostnaden per hektar ökar stadigt med ökad diameter och stammantal i beståndet. Kostnaden/ha är därför lägre vid siktröjning än vid en hård förröjning. Enligt sammanräkningen i tabell 5 tillkommer det 11 m³sk att röja bort vid hård förröjning jämför med vid en siktröjning. Generellt sett tar det dessutom längre tid att fälla ett träd med grov diameter än ett träd med klen diameter. Detta bidrar till ökade kostnader. Däremot genererar grova träd mer volym än klena träd och kostnaden per röjd m³sk är därför lägre då träd med hög medelstam röjs bort medan kostnaden per ha blir högre.

Röjningsinsatsen avspeglar sig i skördardarkkostnaden. Vid hård förröjning är skördarkostnaden som lägst, figur 13. Det beror i första hand på att de apterande träden vid gallring håller en högre medelvolym i bestånd där hård förröjning ägt rum, varvid skördarkostnaden per m³fub blir lägre. Vid grov stamdiameter behövs färre träd upparbetas än vad som skulle krävas då stamdiametern är klen. En ytterligare aspekt som påverkar att skördarkostnaden sjunker torde vara att sikten, och därmed även drivningsförhållanden blir bättre då en större mängd klena stammar är bortröjda innan åtgärd. Då figur 13 ställs i relation till tabell 12 utläses att skördarkostnaden ökar med ett minskat förröjninggrepp.

I tabell 12 återfinns sortimentsutfallen från de gallrade parcellerna. Endast en svinnande liten del timmer utvinns och uttaget av kubb är inte heller stort men eftersom det är högt värderade sortiment har de en märkbar inverkan på resultatet.

Sortimentvärde/ha för siktröjda parceller som anges i figur 14 är högre än värdet för oröjda parceller i samma figur. Då fokus istället riktas mot värdet per uttagen m³fub är sortimentsvärdet högre i oröjda parceller än i de siktröjda.

Mest välbetalt sortimentsförfarande erhålls vid hård förröjning. Anledningen tros vara att det framkommit ett extremt maxvärde. Enligt figur 14 skulle en av de hårt förröjda parcellerna genererat 30631 SEK, vilket är långt mycket högre än övriga värden. Det värdet bidrar till att sortimentsmedelvärdet för hårt röjda parceller höjs avsevärt.

Ur figur 15 som visar nettointäkterna från samtliga försöksparceller kan utläsas att det är mest ekonomiskt försvarbart att utföra en hård förröjning innan gallring. Låg gallringskostnad och högt sortimentsvärde är de två största anledningarna bakom resultatet. Bakgrunden till värdet återges i figur 12, 13 och 14. Röjningen är förhållandevis dyr, det kompenseras dock genom att gallringskostnaden/ha blir låg.

Det sekundärt mest lämpliga alternativet är utföra en siktröjning och det sämsta scenariot ur ekonomisk aspekt är att helt utesluta förröjning.

Med tanke på att beståndsstrukturen varierar från den ena parcellen till den andra kan ingen fast slutsats dras från resultatet av nettointäkten/ha i figur 15. Istället bör fokus riktas mot nettointäkten per gallrad m³fub (tabell 15). Även nettointäkten/gallrad m³fub visar att en hård förröjning är det mest optimala alternativet vid gallring i konfliktbestånd.

För att visa vilken stor inverkan värdena från parcell 5,12 och 14 har på resultatet har följande diskussion och beräkningar gjorts på data då de tre parceller är uteslutna.

Gallringskvoten förblir hög, 1,42, även detta tyder på att det är en höggallring som utförts. Ett uttag har gjorts på i första hand stammar som är grövre än medelstammen i ursprungsbeståndet och den uttagna volymen tyder på att det rör sig om en mycket hård gallring, tabell 16, 18 och 19.

Figur 20 visar en mer relevant bild av nettointäkterna för gallring i konfliktbestånd. Extremvärdena från parcell 5, 12 och 14 är uteslutna och bilden blir således en helt annan. Det mest optimala åtgärdsgenomförandet/ha visar sig nu vara att förröja ≤ 5 cm DBH innan gallring tillämpas med flerträdshantering. Skördarkostnaden är högst i detta alternativ enligt figur 17 men så är även sortimentsvärdet (figur 18).

Det sekundärt mest adekvata alternativet visar sig nu vara det alternativ då förröjningen uteblir medan en hård förröjning innan gallring visar sig ge det lägsta nettot. Vid hård förröjning är sortimentsvärdet högt men med utebliven röjning ökar skördarkostnaden.

Skördarkostnaden är dock högst när gallringen utförs efter siktröjning. Högre än både för oröjt och vid hård röjning. Så är fallet både då samtliga parceller är inräknade och då parcellerna 5, 12 och 14 utesluts. Anledning till förhållande skulle kunna bero på att fler träd här har upparbetats ett och ett i de siktröjda parcellerna vilket har lett till att skördartiden har ökat och så även skördarkostnaden. Tabell 18 visar att fler träd har behandlats som singelträd än i de oröjda och hårt röjda parcellerna. Mellan 80 - 155,5 % fler träd behandlas som singelträd i de siktröjda parcellerna än i de övriga.

Det är vanskligt att lägga alltför stor vikt vid resultatet som yppar sig som nettointäkt per ha. Skulle parcellerna i utgångsläget vara exakta duplikat av varandra är det möjligt men så är inte fallet i den här studien. Ingångsvariabler skiljer sig mellan parcellerna. Därför är det mest adekvat att fokusera på nettointäkt per gallrad m^3 fub (tabell 23). När parcell 5,12 och 14 utesluts ur studien visar det sig att det är lika lönsamt att skipa förröjning som att utföra en siktröjning. Minst lönsamt är det att utföra en hård förröjning, det vill säga att det tidigare så överlägset mest adekvata tillvägagångssättet nu visar sig vara minst lämpligt. Resultatet motsäger helt Frank (2006)s studie där hård förröjning var att föredra. Vid Frank (2006)s studie användes engreppsskördare. Teoretiskt kan slutsatsen dras att flerträdshantering ökar effektiviteten varvid det ekonomiska utfallet ökar även vid gallring av klena stammar, vilket sedan tidigare var redovisat av Bergkvist (2007 & 2011).

Dehlén (2010) påvisade att det är högst lämpligt att tillämpa flerträdshantering av stamtäta gallringar i kombination av lätt siktröjning då uttag görs av både massa- och energived, mycket mer lämpligt än att kombinera med en hård förröjning. Det påvisade även den här studien. Vad mer den här studien påvisade var att det är precis lika lämpligt att helt utesluta förröjningen, något som inte Dehlén valde att studera.

Det är viktigt att beakta att resultatet påverkats av förhållande som är specifika för den här studien. Således kan försöksområdets struktur påverka resultatet. Eftersom beståndet är långsmalt innebär det att det finns ett potentiellt ljusinsläpp även i de oröjda parcellerna, ljuset kommer in från sidorna. Resultatet bör således ses som en vägledning, inte följas strikt. Utfallet av studien bygger även till viss del på rådande sortimentsprislistor och efterfrågan på marknaden. Med en förändrad prisbild ändras även det ekonomiska utfallet.

Med värdena ur tabell 22 i beaktning kan ytterligare antagande göras. Som synes är gallringsuttaget från ursprungsbeståndet mycket högt i de siktröjda parcellerna, en väsentlig skillnad mot utfallet hos de oröjda och hårt röjda parcellerna. Det höga uttaget bör vara huvudanledningen varför nettointäkten per hektar blev högst för de siktröjda parcellerna. Inte nog med att uttaget var högst, tabell 16 visar även att utgångsbeståndet inom de siktröjda parcellerna höll en högre volym än för oröjda och hårt röjda parcellerna. Även medelstamsvolymen på beståndsnivå och den skördade medelstammen var högre i de siktröjda parcellerna än i de övriga enligt tabell 15 och 20.

En sannolik hypotes torde vara att det är mest ekonomiskt försvarbart att utesluta förröjningen i alla förstagallringar av konfliktbestånd, förutsatt att bestånden har likartade, eller mer gynnsamma förutsättningar än försöksbeståndet. Med minskat stamantal, högre medelstamsvolym, ökad beståndsvolym och förbättrade drivningsförhållanden bör det ekonomiska utfallet av utebliven förröjning bli än bättre.

En faktor som inte har beaktats i försöket är skadefrekvensen på kvarstående träd i framtidsbeståndet. Det finns en risk att frekvensen ökar med minskad sikt för skördaren, det vill säga med minskad gallringsfrekvens.

Resultatet tyder på att förröjning helt eller delvis kan uteslutas vid gallring med flerträdshantering i konfliktbestånd. Utebliven röjning kommer bidra till minskad miljöbelastning i form av utsläpp från röjsågar och transportutsläpp från färdmedel till och från bestånden. Negativt är att när röjningsbehovet inte längre finns minskar behovet av arbetskraft för röjning i gallringar. Generellt sett bör det inte inverka på arbetsmarknaden över lag eftersom röjningsarbete i överflöd återfinns inom andra typer av bestånd och beståndsstrukturer. Duvemo et al. (2012) påpekade att konfliktbestånd inte är något som bör eftersträvas att frambringa, röjningsinsatsen bör sättas in i ett tidigare skede, i beståndens ungdomsfas.

Den optimala skötseln vid gallring av konfliktbestånd torde vara ett samarbete mellan röjningspersonal och maskinförare. Röjningspersonalen måste kunna tänka sig in i skördarförarens situation. Det mest adekvata kan vara att kombinera en lätt siktröjning med kvarlämnande av somliga stammar. För skördaren är det lönsamt att lämna kvar även klena stammar då de är gruppställda och lättfångade för aggregatet. Kriteriet är att stammarna skall vara tillräckligt höga för att kunna apteras in i energisortimentet.

I försöket utfördes en hård gallring. Det innebär en hög risk för det framtida beståndet samtidigt som det krävs för att friställa stammarna och öka nettointäkten i åtgärdsingreppet. Tillämpningen av ackumulerande aggregat medför att en stor mängd volym utvinns i energisynfte, men även som massaved (tabell 19).

Beakta att nettointäkten som erhålls inte är den fullständiga gallringsintäkten. Kostnad för skotning och maskintransportering har valts att inte tas med i beräkningarna.

Efterbestandsstrukturen är trots det dåliga utgångsläget som konfliktbeståndet skapat vackert och jämt utställt. Merparten består av gran, men i de fall då gran saknas lämnas björken kvar, såvida grantoppar intill inte riskeras piskas av björkens rappa grenverk. Björken är koncentrerad till dikeskanter och fuktsvackor i terrängen. I den mån ädellövträd förekommer har de fristälts och lämnats kvar i beståndet. Risning längs körstråken har varit till synes tillfredsställande. Toppar samt mindre klena stammar har lämnas kvar och skapar ett ypperligt körunderlag. I skogsdiken används det som ett bärande fyllnadsmaterial. Det kvarlämnade materialet bidrar till att nödvändiga näringsämnen blir kvar i skogen, inte minst genom den stora mängd barrmassa som blir kvar med topparna. Skadenivån på det kvarstående beståndet har bedömts som mycket låg.

Det är många variabler som spelar in hur ett bestånd ter sig och kombinationen av dessa variabler är omöjlig att återfå så att de speglar varandra i två eller fler områden. Trädslagsblandning skiljer sig åt, så även stående volym, trädhöjd och krongränshöjd. Ålder på träden kan variera inom ett bestånd. Terrängförhållanden skiljer sig, med avseende på grundförhållanden, ytstruktur och lutning. Alla dessa variabler påverkar mätningarna och resultatet. Parcellerna valdes med sådan omsorg att de i största möjliga mån efterliknade varandra. Bestandsstrukturen i parcellerna totalmättes inte, vilket medför att felantaganden om strukturen inte kan förhindras. Det var dessutom omöjligt att med precision mäta in alla parceller i fält så att de exakt replikerade varandra. Skymd sikt i beståndet, terrängförhållande och den mänskliga faktorn påverkade inmätningen. Noggrannhet och ständigt påföljande kontrollmätningar reducera felmätningarna avsevärt.

Den mänskliga faktorn är en återkommande felkälla. Eftersom röjning och gallring görs maskinellt med påverkan av en mänsklig förare kan fel uppstå. Genom försöket kunde röjare och förare bli trötta, vara mer eller mindre fokuserade, etc., vilket påverkar utfallet av resultatet. Denna felkälla reducerades genom att samma röjare respektive maskinförare i gallringsmaskinen användes under hela försöket. Den mänskliga faktorns inverkan kunde sedermera reduceras ytterligare genom att parcellerna som bearbetades ständigt varierades.

Vädret är en annan faktor som kunde påverka drivningsförhållandet och därmed resultatet. Påverkan kunde begränsas genom att försöket under hela förloppet genomfördes i så likartade väderförhållanden som möjligt. Under fältstudiernas genomförande var vädret förhållandevis regnigt vid beståndsinmätningarna,

temperaturen låg runt tio grader Celsius. Vid åtgärdsingreppens genomförande, rójning och gallring, förekom moln men inget regn, temperaturen var ca tio grader Celsius. Alla fältstudier genomfördes i dagsljus.

Tiden var en begränsad faktor. Fältstudier och litteraturstudier skall rymmas inom 20 veckor.

5 Referenslista

5.1 Internetkällor

- **John Deere. 2012 Deere & Company.** *Flerträdshantering.*
http://www.deere.se/wps/dcom/sv_SE/products/equipment/energy_wood/multi_tree_handling/multi_tree_handling.page (hämtad 2012-10-22 16:45).
- **Kunskap Direkt. Skogforsk, LRF Skogsägarna, Skogsstyrelsen.** *Gallringsstyrka – hur hårt ska jag gallra?* Senast ändrad: 2011-12-21.
<http://www.skogforsk.se/sv/KunskapDirekt/Gallra/Gallringsprogram-och-stamval/Gallringsstyrka/> (hämtad 2012-11-13 11:00).
- **Kunskap Direkt. Skogforsk, LRF Skogsägarna, Skogsstyrelsen.** *Massaved.* Senast ändrad: 2012-02-07.
<http://www.skogforsk.se/KunskapDirekt/Avverka/Utforande/Aptering/Massaved/> (hämtad 2012-10-23 10:30).
- **Kunskap Direkt. Skogforsk, LRF Skogsägarna, Skogsstyrelsen.** *Måttenheter – omräkningstal.* Senast ändrad 2012-06-05.
<http://www.skogforsk.se/sv/KunskapDirekt/Alla-Verktyg/Mattenheter/> (hämtad 2012-11-13 09:50)
- **Kunskap Direkt. Skogforsk, LRF Skogsägarna, Skogsstyrelsen.** *Tekniker för uttag av skogsbränsle i klena bestånd.* Senast ändrad: 2009-12-15.
<http://www.skogforsk.se/sv/KunskapDirekt/skogsbransle/Klentrad/Metoder/Tekniker-for-klentradsuttag-utskrift/> (hämtad 2012-10-22 16:00).
- **Kunskap Direkt. Skogforsk, LRF Skogsägarna, Skogsstyrelsen.** *Röjning och röjningsbehov i Sverige.* Senast ändrad: 2012-03-06.
<http://www.skogforsk.se/sv/KunskapDirekt/Roja/Rojningens-grunder/Rojning-i-Sverige/> (hämtad 2012-10-22 13:25).
- **Metsä Vastaa.** *Energi ur skogen.* Uppdaterat: 12-01-12.
<http://www.metsavastaa.net/energived> (hämtad 2012-10-23 11:00).
- **Naturvårdsverket.** *Miljöstatistik 2012. Design av övervakningsprogram.*
<http://www.miljostatistik.se/overvakning.html> (hämtad 2012-10-10 11:30).
- **Ponsse.** *Nya Ponsse H5 med fångstarmar – flerträdshantering med ny kraft.* Senast ändrad 15.6.2012. <http://www.ponsse.com/se/media-archive/nyheter/ponsse-ab-manadserbjudande-juni-augusti> (hämtad 2012-10-22 17:30).
- **SMHI, Kunskapsbanken.** *Gudrun – Januaristormen 2005.* senast uppdaterad 13 oktober 2011. <http://www.smhi.se/kunskapsbanken/meteorologi/gudrun-januaristormen-2005-1.5300> (hämtad 2012-10-19 10:50).
- **Stormen Per 2007.**
<http://ndb.msb.se/ViewCase.aspx?id=24&l=SV&xMax=585263.5372000001&xMin=302379.05869999994&yMax=6547524.6186999995&yMin=6227436.966700001> (hämtad 2012-10-19 10:50).
- **Vidakoncernen 2012.** *Information om VIDA.* <http://www.vida.se/sv/vida-koncernen/om-vida/> (hämtad 2012-10-11 10:10).

5.2 Tidsskrifter & rapporter

- **Agestam E. (2009).** *Gallring, skogsskötselserien, nr. 7.* Skogforsk, LRF Skogsägarna, Skogsstyrelsen. 16 januari 2012.
- **Bergkvist I. (2003).** *Flerträdshantering ökar prestationen och ökar nettot i klen gallring.* Skogforsk. Resultat nr.5.
- **Bergkvist I. (2007).** *Flerträdshantering i granbestånd, Skogforsk.* Arbetsrapport från Skogforsk nr. 637.
- **Bergström D. (2011).** *Produktivitet vid integrerad skörd av massaved och energived i förstagallringar.* Institutionen för skoglig resurshushållning, 17.10.2011.
- **Bergström D., Ulvcrona T., Nordfjell T., Egnell G. & Lundmark T. (2010).** *Skörd av skogsbränsle i förstagallringar, SLU.* Enheten för skoglig fältforskning.
- **Brunberg T. (1997).** *Underlag för produktionsnorm för engreppsskördare i gallring, Redogörelse nr 8, Skogforsk.*
- **Dehlén J. (2010).** Mindre studie av en ny gallringsmetod i stamtät förstagallring av gran i södra Sverige. SLU-Skogsmästarskolan, Examensarbete 2010:12.
- **Duverno K., Bergquist J., Näslund B.-Å., Kalén C. & Edlund S. (2012).** Nationella skogliga produktionsmål - Uppföljning av 2005 års sektorsmål. Skogsstyrelsen, RAPPORT nr 7, 2012.
- **Eliasson P. & Hamilton G. (1999).** "Blifver ondt att förena sigh"- några linjer i den svenska skogslagstiftningen om utmark och skog. Kungl. Skogs- och Lantbruksakademin. Skogs- och lantbrukshistoria, Meddelande nr 22, 47-94.
- **Enander G. (2003).** Visa skogsministern att vi klarar röjningen! Skogseko nr 2, 2.
- **Energimyndigheten (2007).** Utvärdering av stormen Per, Konsekvenser och lärdomar för en tryggare energiförsörjning. ER 2007:37
- **Frank N. (2006).** Underröjning i förstagallring. Institutionen för skogens produkter och marknader. Examensarbeten ISSN 1651-4467 Nr 64, 2006. SLU.
- **Fröberg C P. (2005).** Röjningsbenägenhet bland privata skogsägare – en enkätundersökning bland medlemmar i SÖDRA. Alnarp, Institutionen för sydsvensk skogsvetenskap, Examensarbete nr 69.
- **Hallsby G. (2008).** Nya tiders skog. LRF skogsägarna, andra upplagan, februari 2008.
- **Iwarsson Wide M. (2009a).** Resultat nr.3, Skogforsk.
- **Iwarsson Wide M. (2009b).** *Arbetsrapport från Skogforsk nr.680.* Skogforsk.
- **Iwarsson Wide M. & Belbo H. (2009).** *Arbetsrapport från Skogforsk nr.679* Skogforsk.
- **Johansson J. & Gullberg T. (2002).** Multiple Tree Handling in the Selective Felling and Bunching of Small Trees in Dense Stands, International Journal of Forest Engineering, Volume 13, Number 2.
- **Karlsson A. & Albrektson A. (2000).** Röj på en högre nivå! Fakta skog nr 9, 1-4.
- **Ligné D. (2004).** New technical and alternative silvicultural approaches to pre-commercial thinning, Swedish University of Agriculture Sciences. Doctoral thesis.

- **Naturvårverket.** *Handledning för miljöövervakning. Fältinstruktion för undersökningstyperna inom delprogrammet Extensiv övervakning av skogsbiotopers innehåll med inriktning mot biologisk mångfald.* Utgiven av Naturvårverket. Version 1: 1999-03-11.
- **Olsson S. (2004).** Behandling av konfliktbestånd – problem och möjligheter. Alnarp, Institutionen för sydsvensk skogsvetenskap, Examensarbete nr 60.
- **Pettersson F. (2003).** Effekter av beståndsutvecklingen och ekonomin av olika förstagallringsåtgärder i tallskog. Redogörelse från Skogforsk nr 3 2003, ISSN 1103-4580.
- **Petersson N., Fahlvik N., Karlsson A. (2012).** *Röjning, Skogsskötselserien nr. 6.* Skogforsk, LRF Skogsägarna, Skogsstyrelsen. 9 mars 2012.
- **Rytter L. (1998).** *Volymfunktioner.* Skogforsk, presenteras i Redogörelse nr 8.
- **Rönquist A. (2011).** Produktivitetseffekter av flerträdshantering. Skogsmästarprogrammet. Examensarbete 2011:08.
- **Skogsstyrelsen (2006).** Efter Gudrun, Erfarenheter av stormen och rekommendationer för framtiden. Tabergs Tryckeri AB, Taberg, Skogsstyrelsens förlag.
- **SYDVED.** *Skriften aktiv skogsvård. Åtgärdsuppföljning nr 4, s. 148-149.*
- **Wigtrup I. (2012).** *Skogsstatistisk årsbok 2012.* Skogsstyrelsen.
- **Öhman A. (2012).** Terminsstart för gallringsakademin. Aktivt skogsbruk 4-2012. Sid. 26-27.
- **Örlander G., Petersson M., Svensson J. (2009).** Återbeskogning efter stormarna. Södra Skog, 2009-08-10.

5.3 Muntliga källor & Intervjuer

- **Svensson B.** *Entreprenör* 2012-10-28
- **VIDA AB, Tony Axelsson.** 2012-10-16
- **Åkesson B.** *Entreprenör* 2012-10-28